In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful







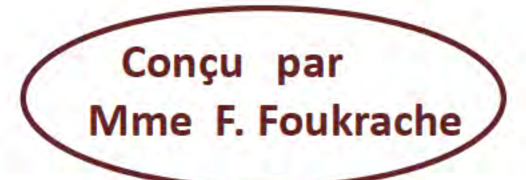






Chapitre II :

Méthodes d'étude de la cellule



Objectifs principaux

Objectif 1: Citer les instruments d'observation des cellules
Objectif 2: Nommer les techniques utilisées.
Objectif 3: Associer l'instrument d'observation et la technique préparatoire de l'échantillon approprié à l'objectif recherché.

Objectifs spécifiques

A - Les microscopes photoniques

1 - Le microscope photonique à fond clair

Objectif 1 :Définir la notion de pouvoir séparateur.

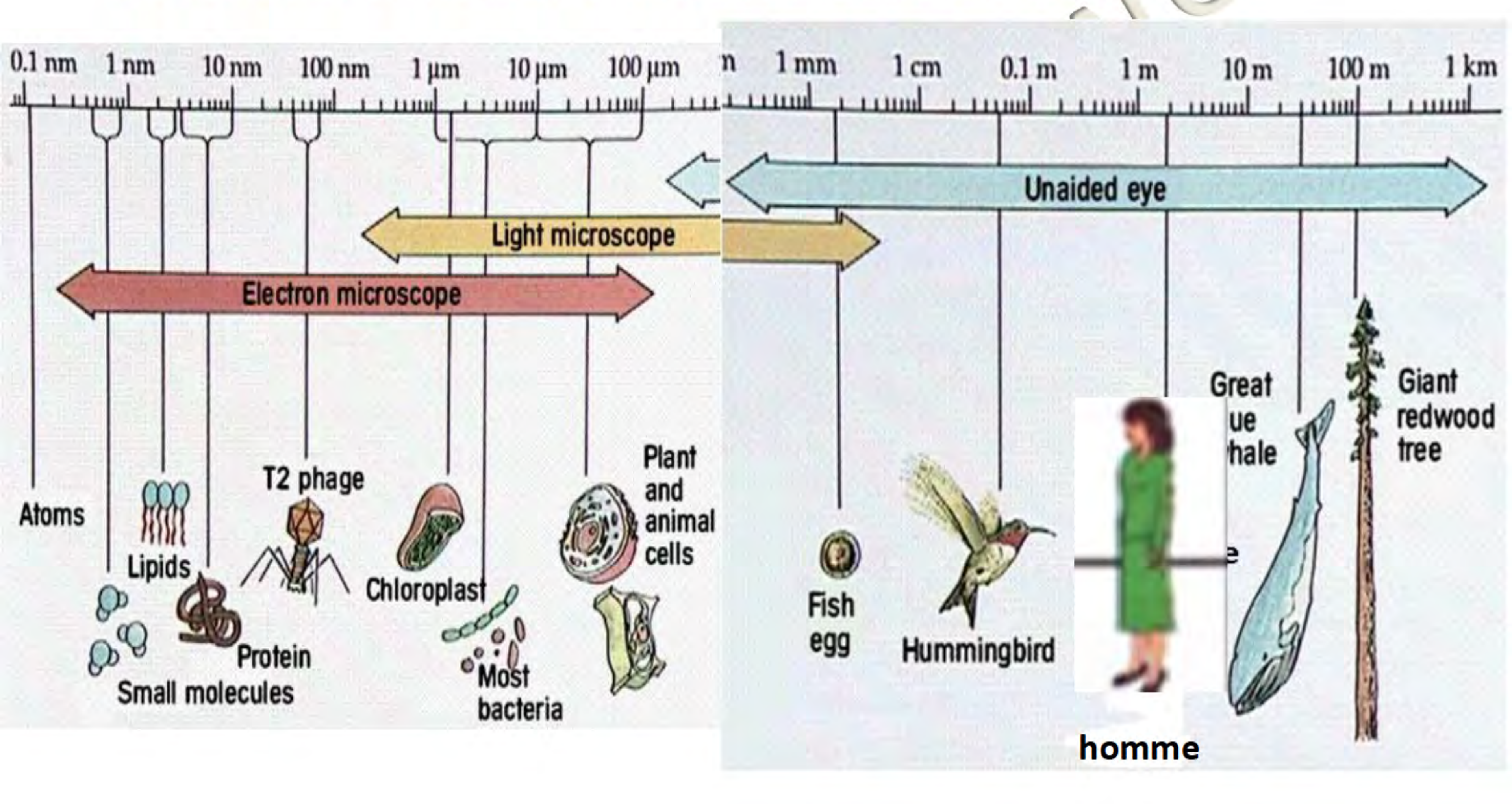
Objectif 2 :Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fond clair(microscope optique)

Objectif 3 :Indiquer les domaines de son application.

Objectif 4 :Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue d'une observation au microscope à fond clair (la technique histologique).

Objectif 1 : Définir la notion de pouvoir séparateur

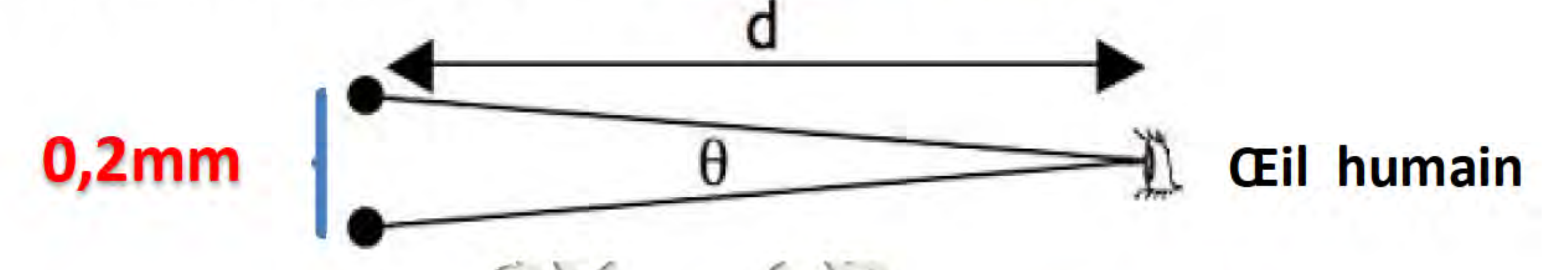
Echelle des dimensions dans le monde du vivant



Objectif 1 : Définir la notion de pouvoir séparateur

Notion de pouvoir séparateur = limite de résolution

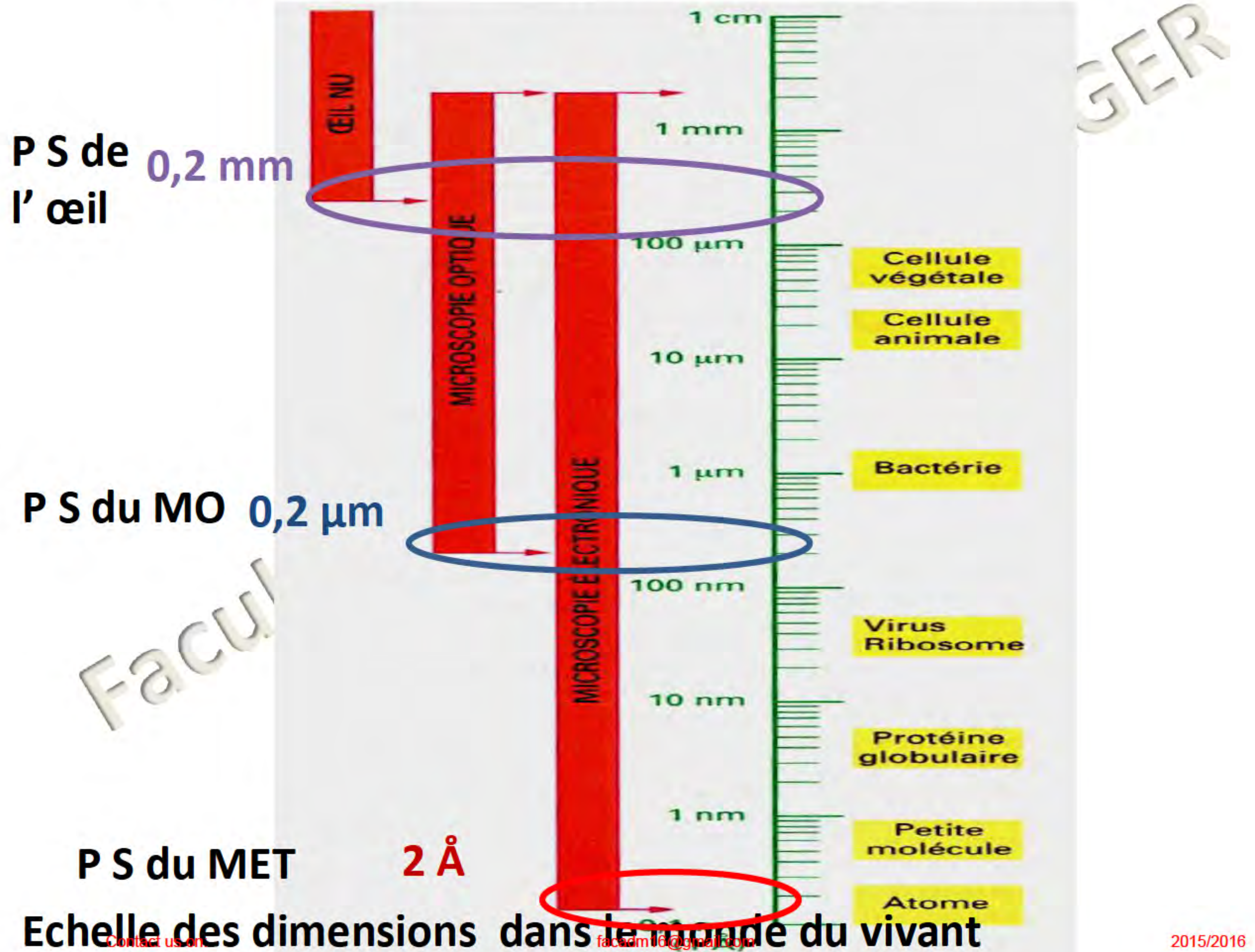
- C'est la capacité de l'œil à distinguer nettement 2 points très rapprochés , il est égal à 0,2mm



- Organismes de taille plus petite ⟶ Invisibles

- Nécessité d'utiliser des instruments destinés à observer de petits objets dont un système de lentilles (optiques , électroniques …) fournit une image agrandie

Objectif 1 : Définir la notion de pouvoir séparateur



Echelle des dimensions dans le monde du vivant

Les premiers microscopes optiques

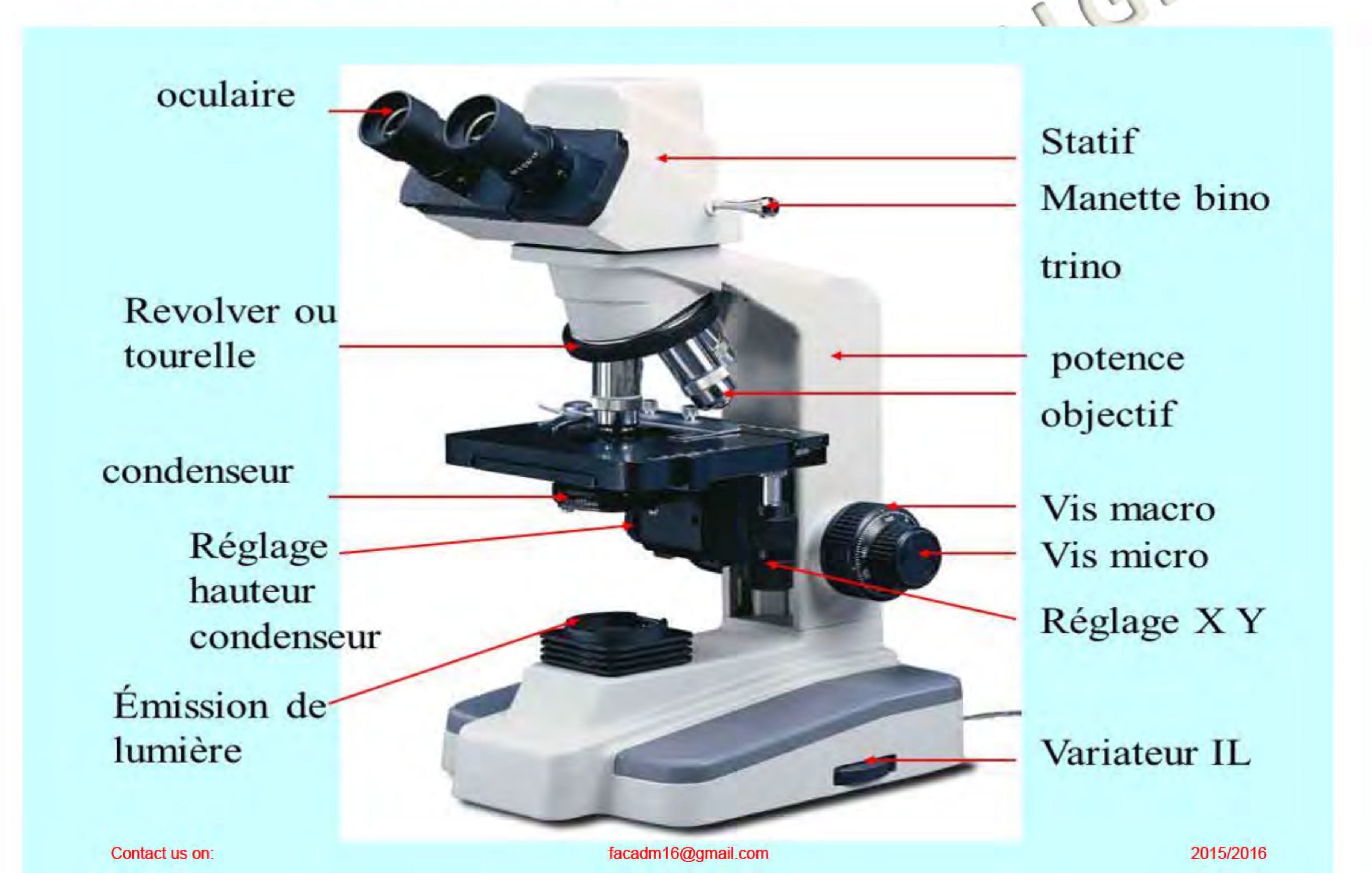


Cuff 1760



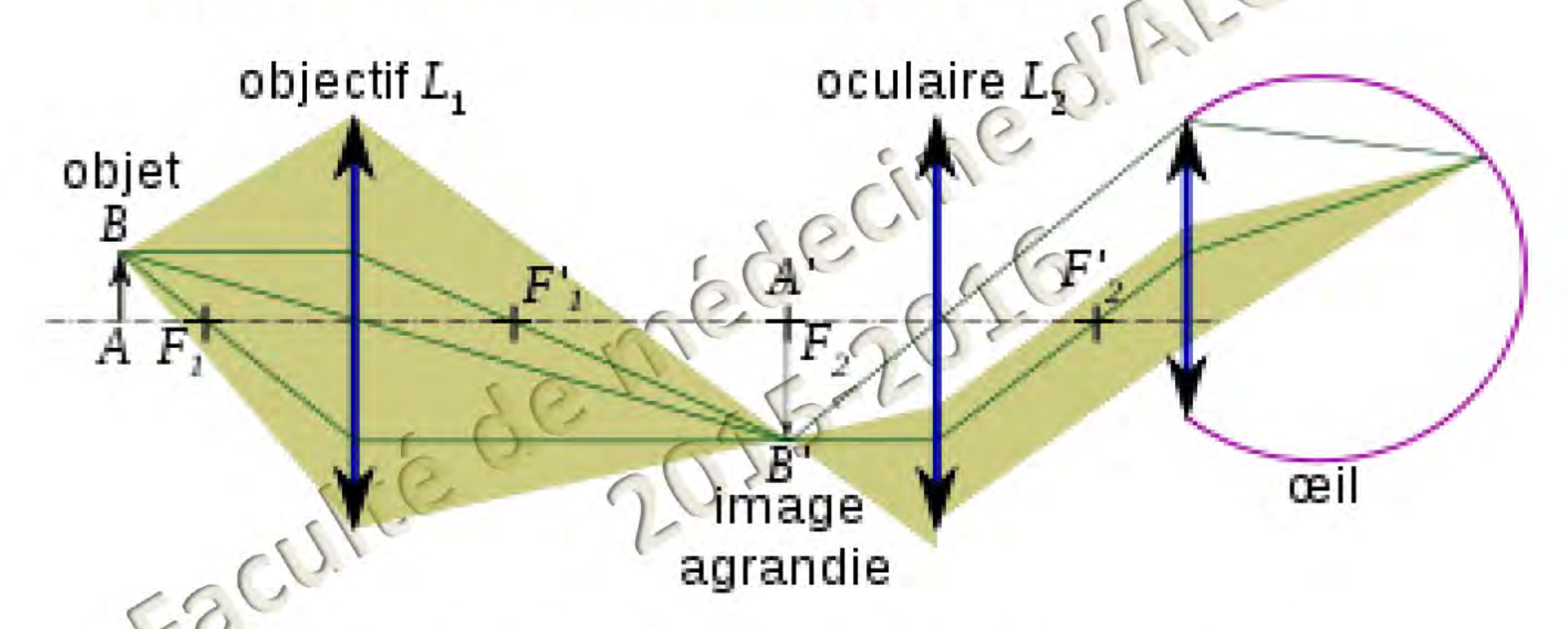
1751

Objectif 2 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fond clair



Objectif 2 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fond clair

Principe de la transmission des photons



Le M O est un système optique à lentilles dont le but est d'obtenir une image agrandie de l'échantillon à observer :

L'objectif ⟶ **à image agrandie inversée**

L'oculaire ⟶ **à image agrandie virtuelle**

Objectif 2 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fond clair

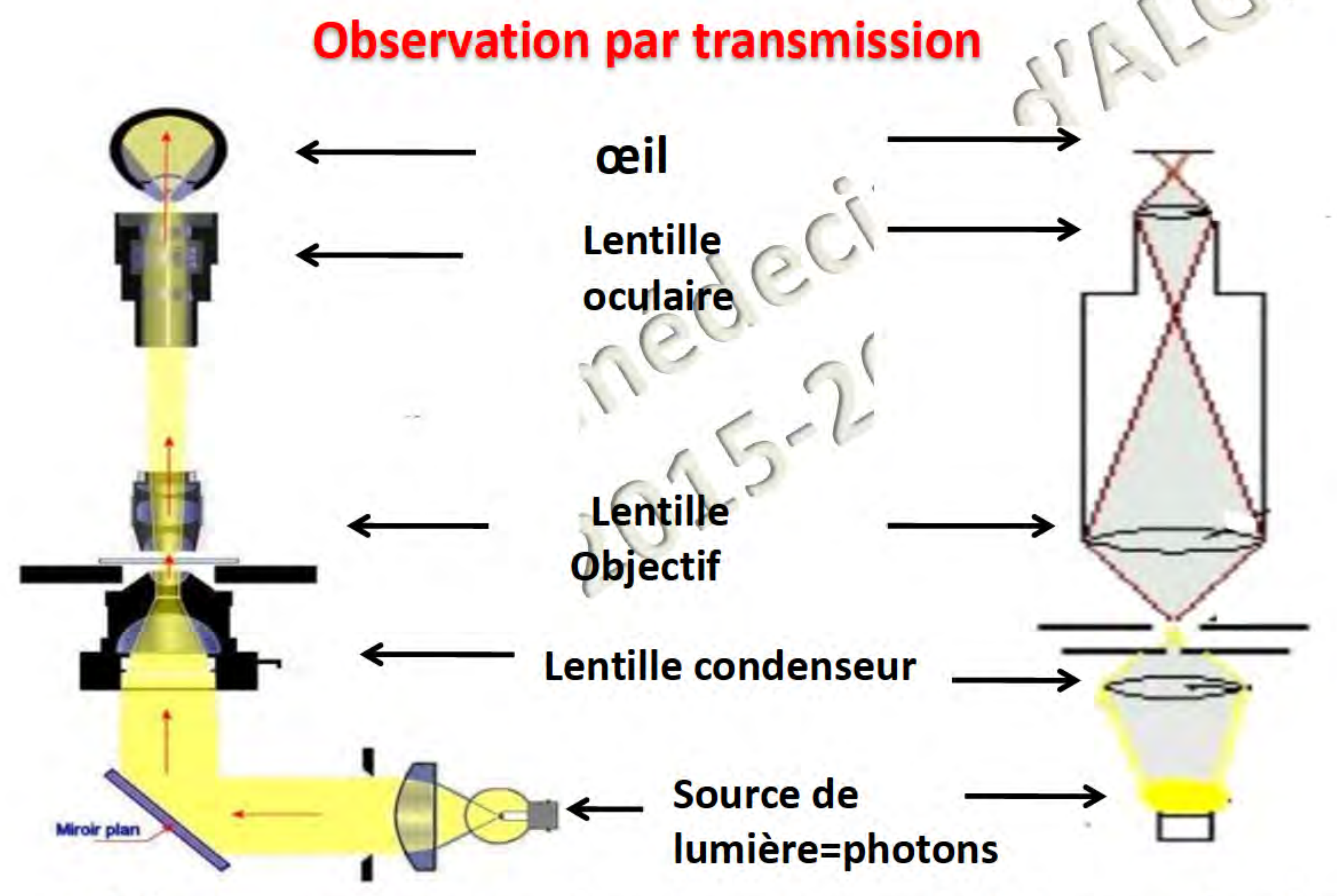
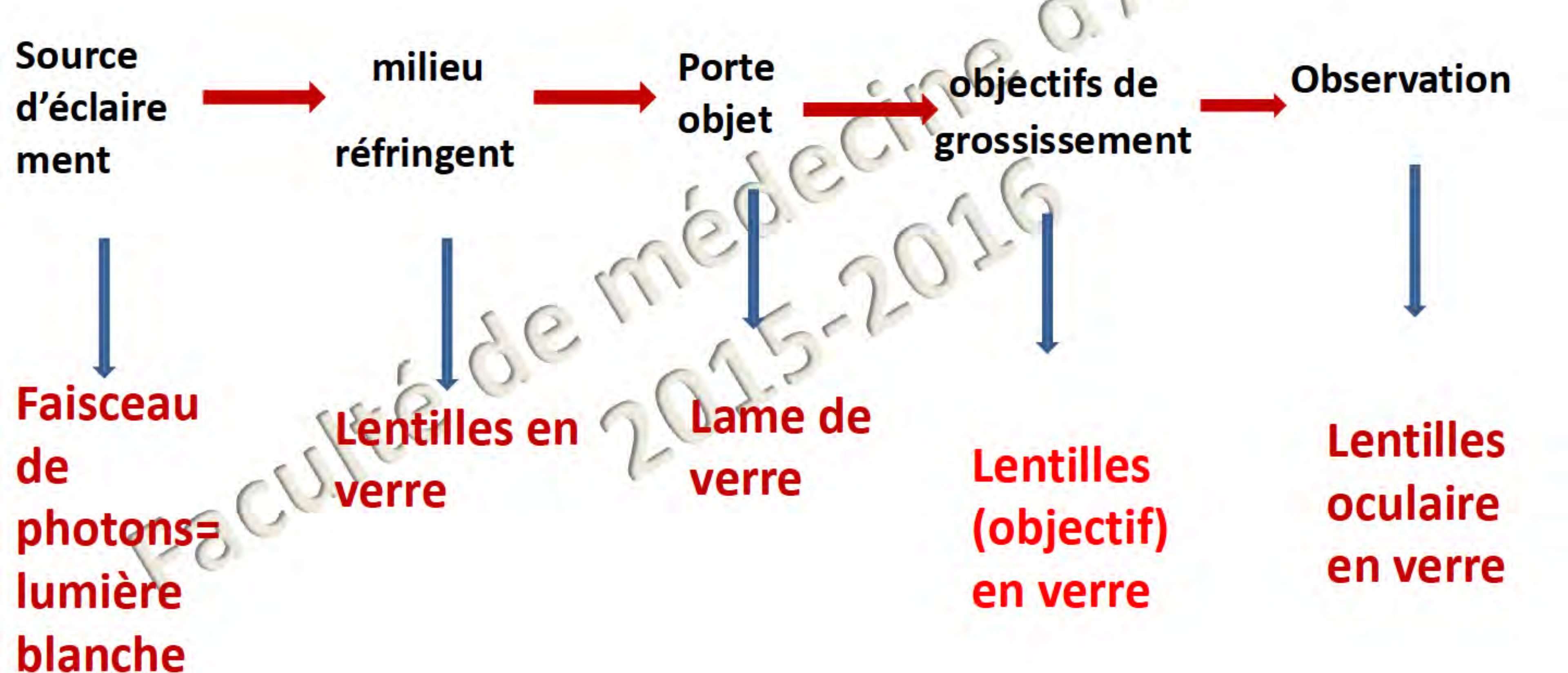


Schéma montrant le chemin suivi par le faisceau de photons

Objectif 2 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fond clair

Principe de fonctionnement du M O

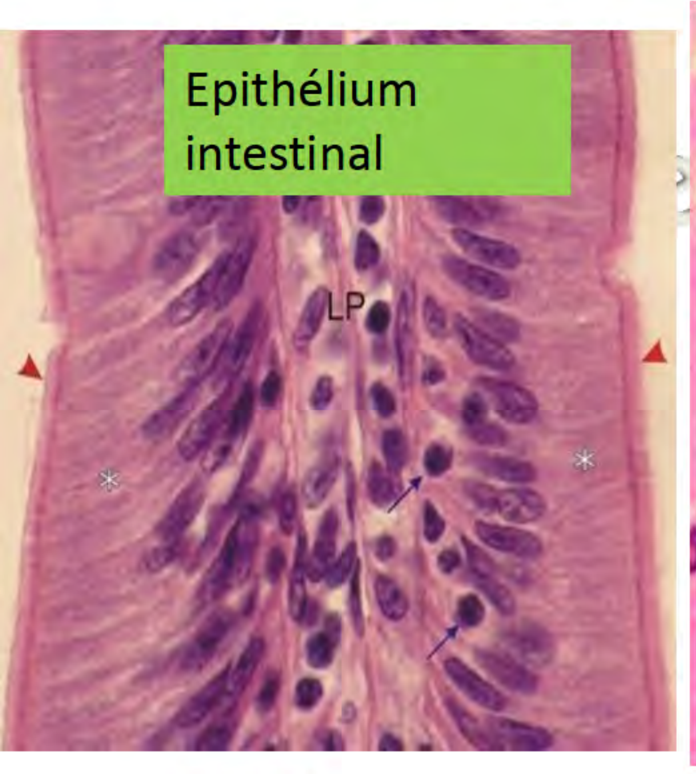


Résultat : image en couleur

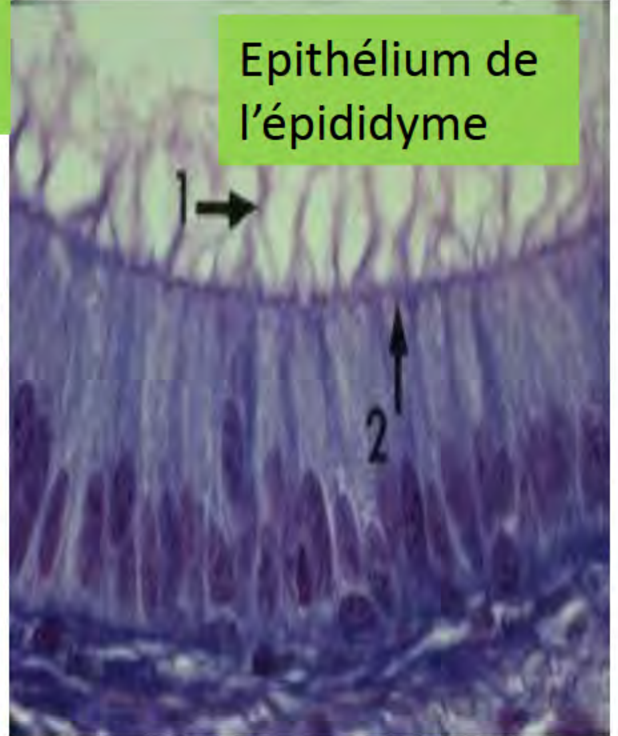
Objectif 3 : Indiquer les domaines d'application de la microscopie photonique

Description structurale des tissus et des cellules ;

- **Taille , Forme cellulaire et tissulaire**
- **Forme et position des noyaux**



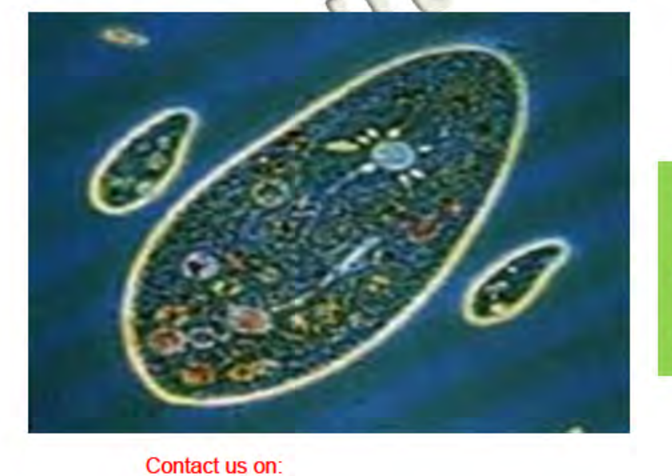




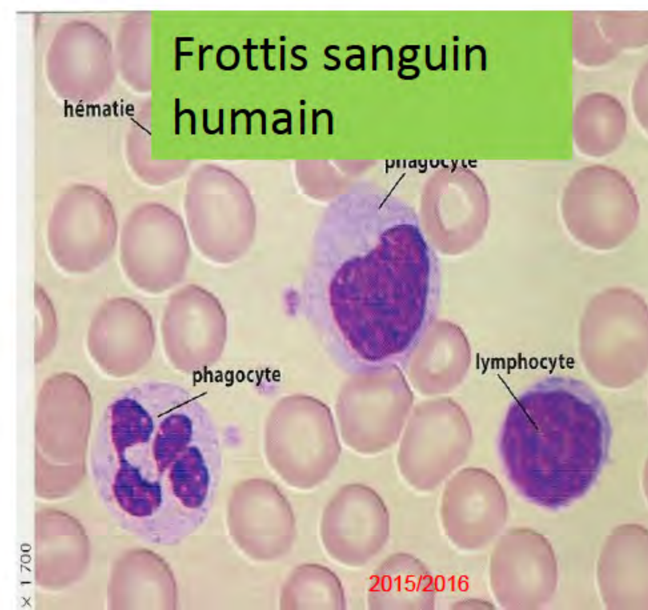
Objectif 3 : Indiquer les domaines d'application de la microscopie photonique



cellule nerveuse



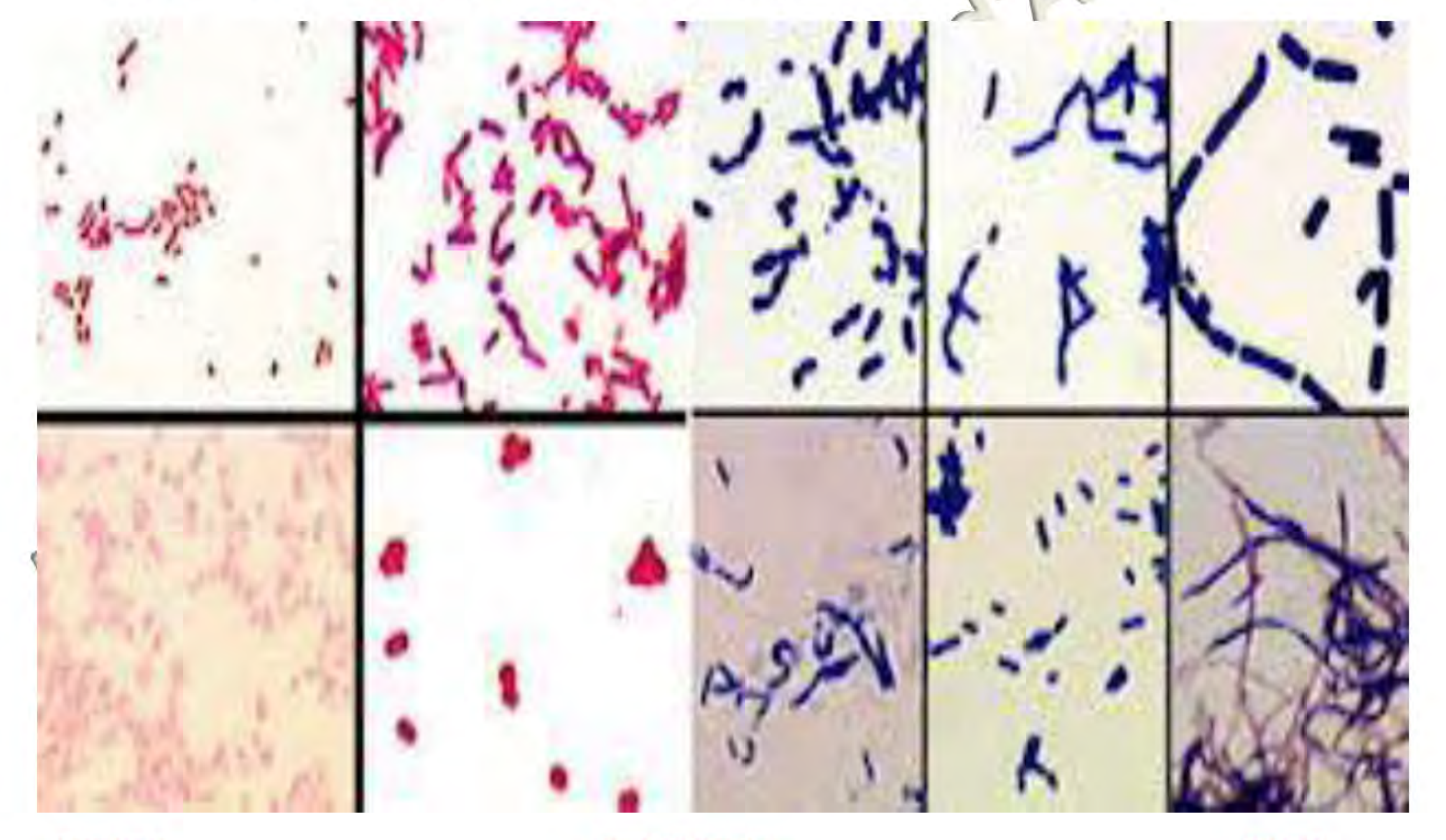
Paramécie organisme unicellulaire





Objectif 3 : Indiquer les domaines d'application de la microscopie photonique

L a microscopie photonique est utilisée pour l'observation de différentes formes bactériennes



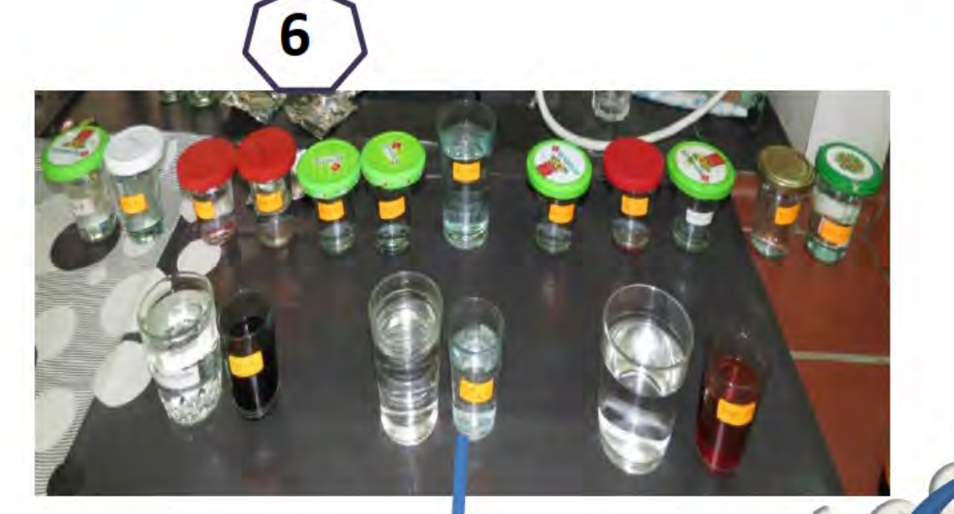
Objectif 4 :Citer les **étapes préparatoires** d'un échantillon en vue d'une observation au microscope à fond clair (la technique histologique).

Les étapes de la technique histologique:

- **Prélèvement de l'organe à étudié .**
- **Fixation chimique** : figer (conserver) les structures cellulaires tel quelles étaient à l'état du vivant .
- **Déshydratation :** enlever l'eau intracellulaire .
- **Inclusion :** imprégner le tissu dans la paraffine
- **Microtomie :**obtenir des coupes de l'ordre de 2- 10µm
- **Coloration chimique :** augmenter les contrastes naturels faibles (images colorées)

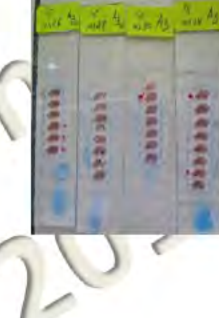

Procédé de la technique histologique
Intestin de cobaye
1
2
3
4
5

6









Observation de la préparation au microscope photonique

Le grossissement G total du microscope qui a permis de réaliser l'observation est égal au produit du grossissement de l'objectif par le grossissement de l'oculaire

G total = G de l'objectif X G de l'oculaire

Objectifs spécifiques

2 - Le microscope photonique à fluorescence

Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope optique à fluorescence.

Objectif 2 : Déterminer les domaines de son utilisation.

Objectif 3 : Définir un fluorochrome ou fluomarqueur **.**

Objectif 4 : Citer des exemples de fluomarqueurs utilisés (fluorescéine, rhodamine)

Objectif 5 : Citer des exemples de composés cellulaires détectables en microscopie à fluorescence.

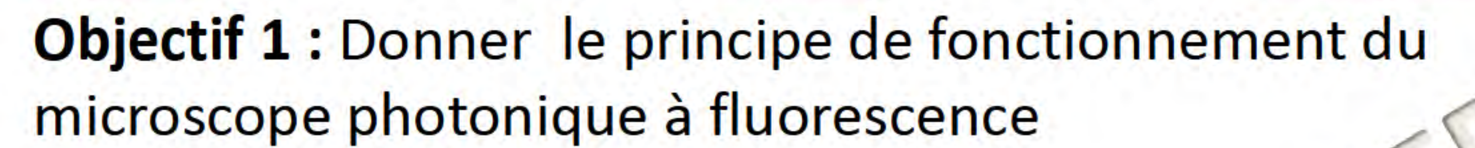
Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope optique à fluorescence

Le MP à fluorescence = MO qui détecte une lumière fluorescente





La fluorescence est la propriété physique de certaines molécules d'émettre une lumière(dite lumière de fluorescence) de longueur d'onde supérieure à la longueur d'onde de la lumière d'excitation



Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fluorescence

Décomposition du Spectre de la lumière visible

(Nm)

400 420 500 575 620 800

Ultra - violet

Violet Bleu Cyan Vert Jaune Rouge

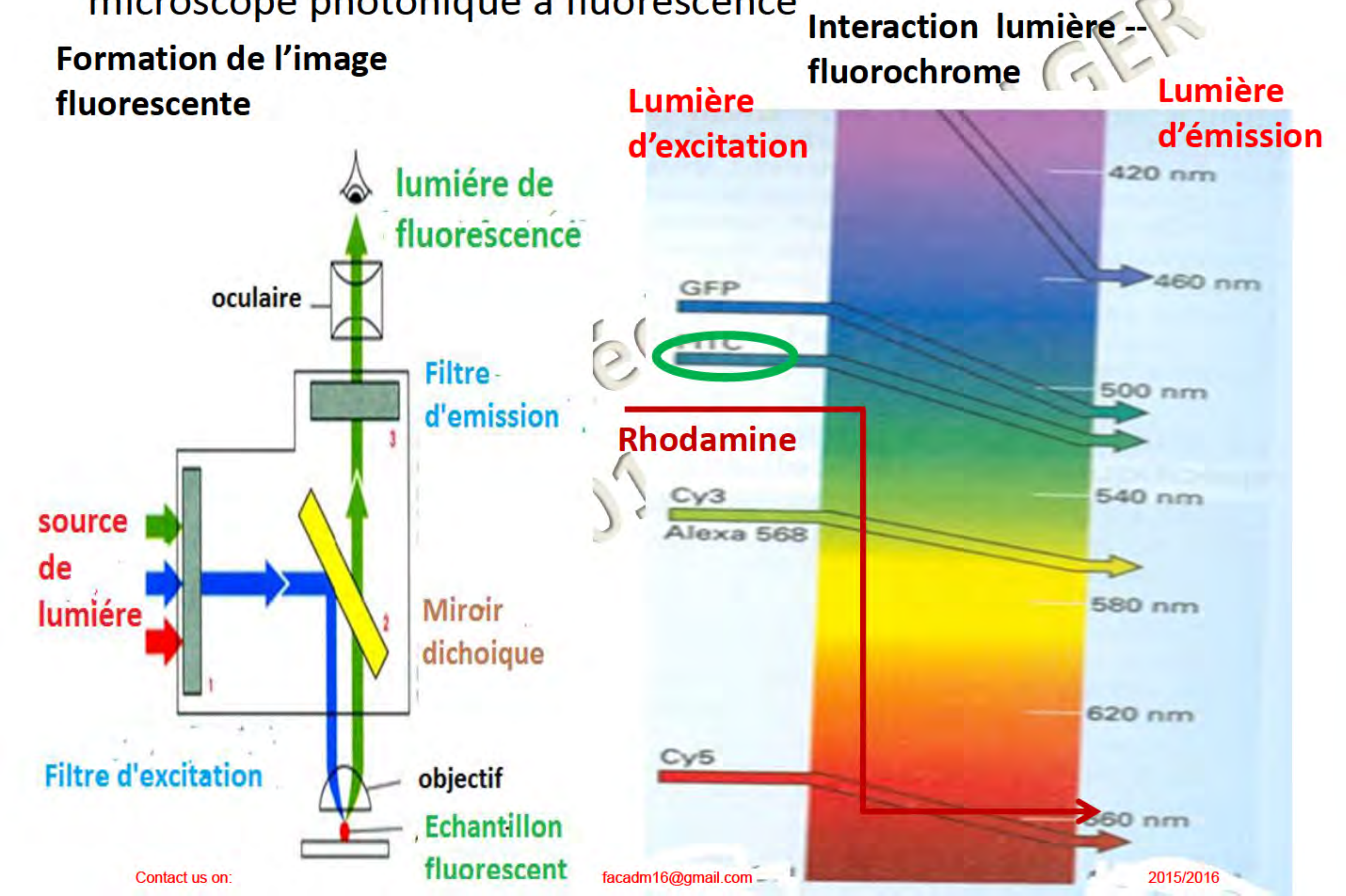
Infra - rouge

Petites longueurs d'ondes

Grandes longueurs d'ondes

Chaque couleur du spectre visible correspond à une longueur d'onde déterminée

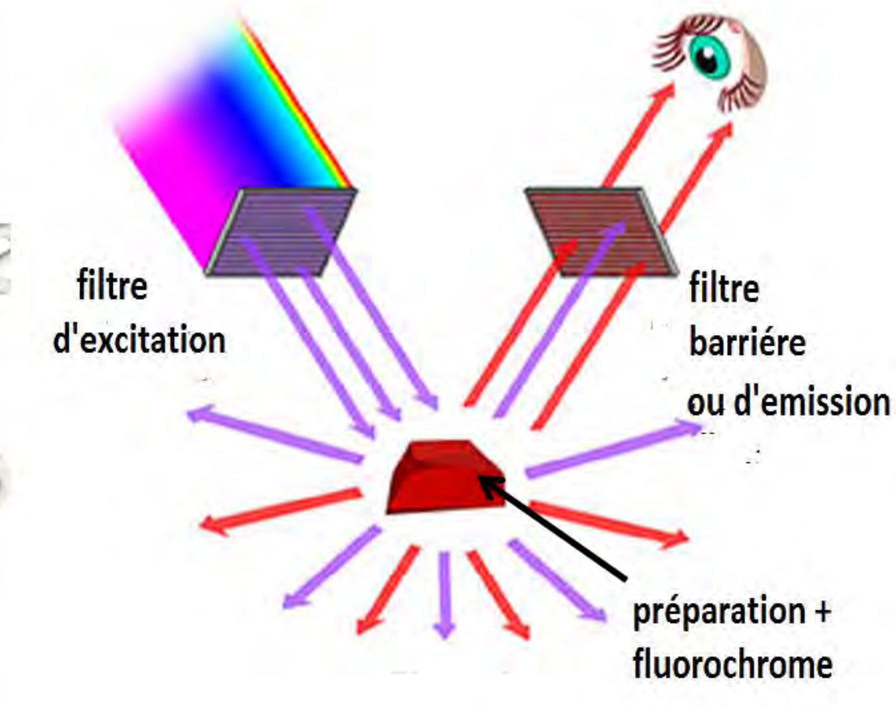
Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fluorescence



Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fluorescence

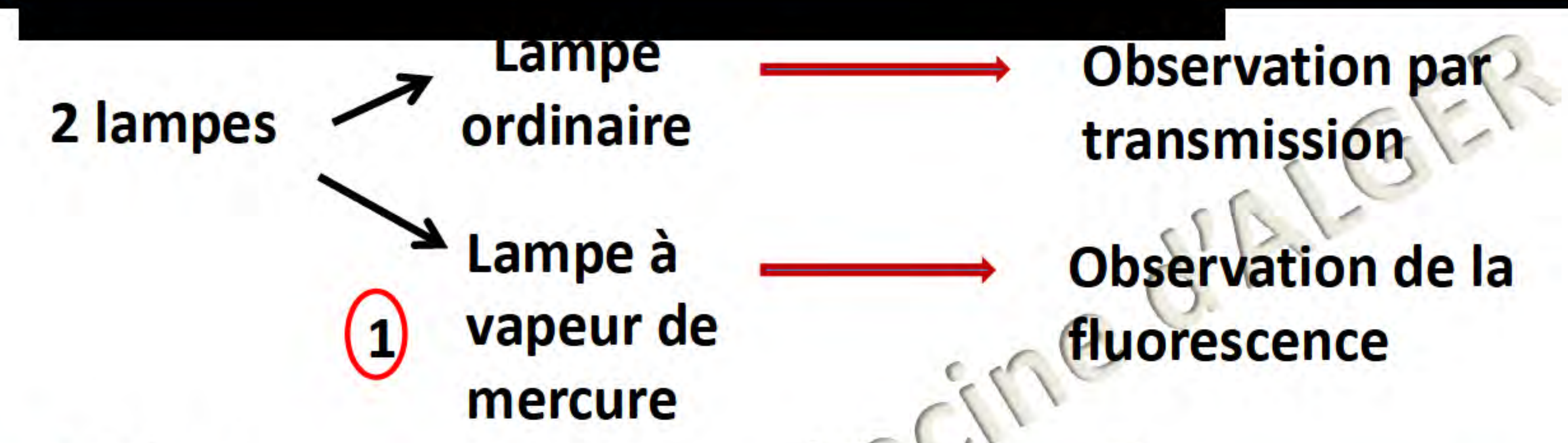
Optique simplifiée du microscope à fluorescence

7 **Oculaire**
6
3
2
1
4 **Objectif**
5



Ce type de microscope, permet de visualiser la fluorescence émise par les marqueurs fluorescents introduits dans l'échantillon à étudier. Donc un jeu de filtres est indispensable

[redacted]

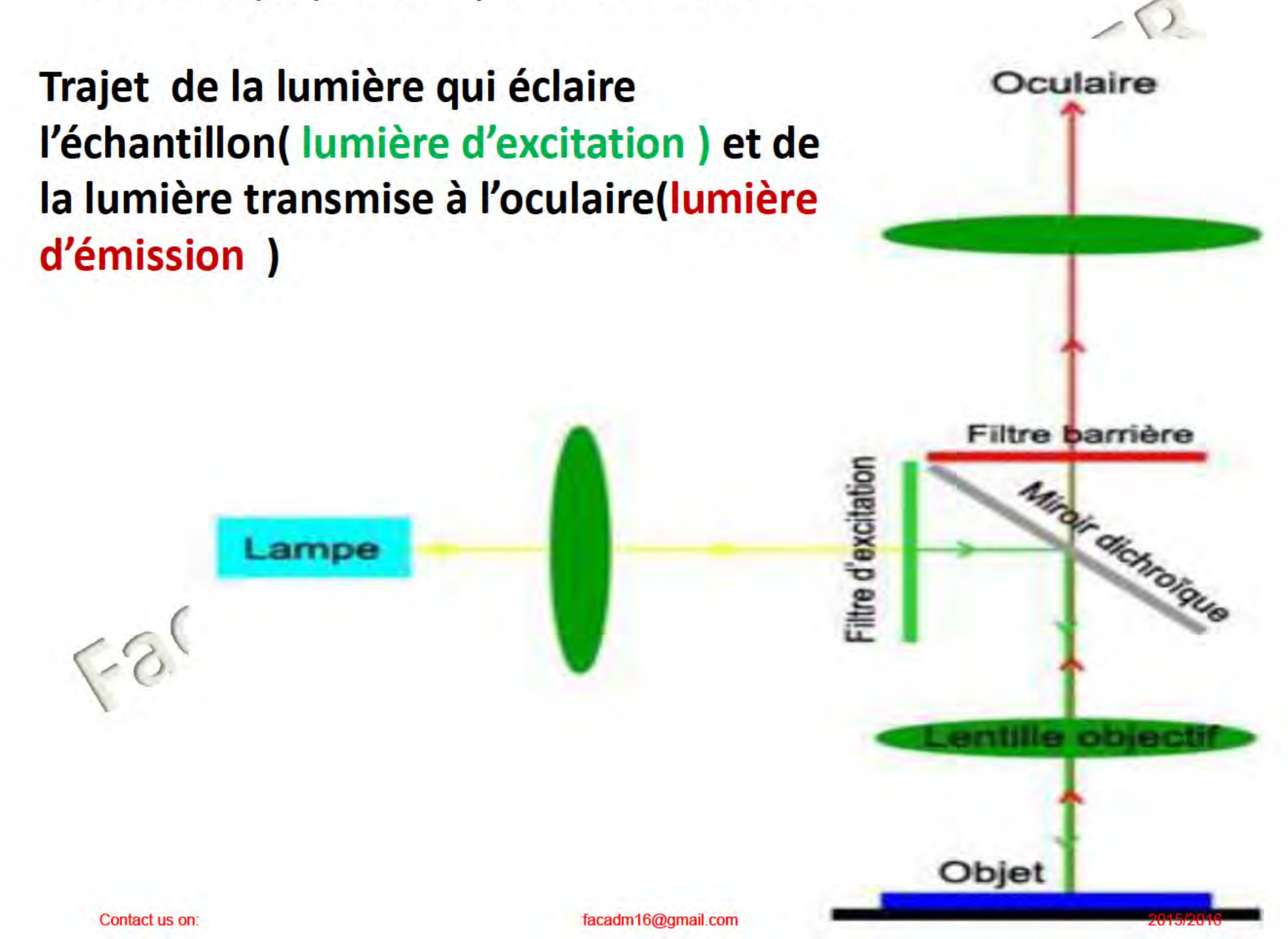


2 — 1 Filtre d'excitation → Sélectionne la longueur d'onde incidente qui va excitée(absorbée) le fluorochrome

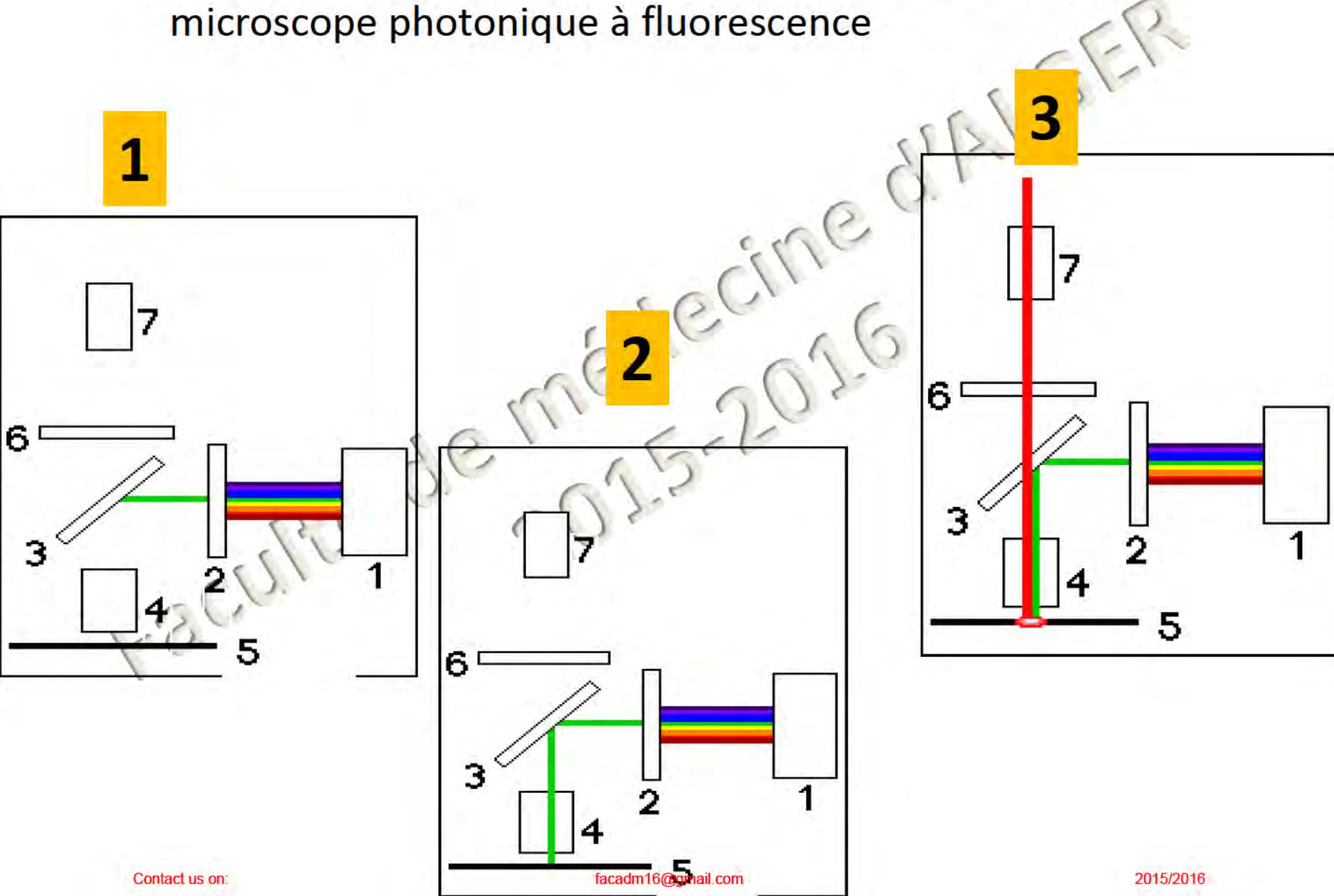
3 — Un miroir dichroïque → Réfléchi la longueur d'onde incidente vers la préparation

6 — 1 filtre d'émission → Sélectionne la longueur d'onde émises par le fluorochrome

Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fluorescence



Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope photonique à fluorescence



Objectif 2 : Définir un fluorochrome ou fluo marqueur

Définition d'un fluorochrome : c'est une substance chimique excitable par la lumière. Elle est capable d'absorber une énergie lumineuse haute dite **lumière d'excitation** et de la réémettre sous forme d'une lumière d'énergie plus faible **dite lumière de fluorescence.**

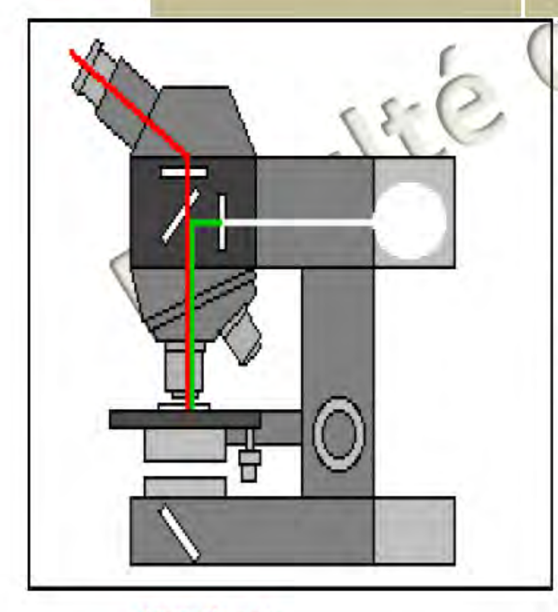
Ex de fluorochromes : Fluorescéine émet une lumière verte ; Rhodamine émet une lumière rouge

- Chaque molécule fluorescente (fluorochrome) a des spectres d'excitation et d'émission qui lui sont **propres** .

Objectif 3 : citer des exemples de fluorochromes

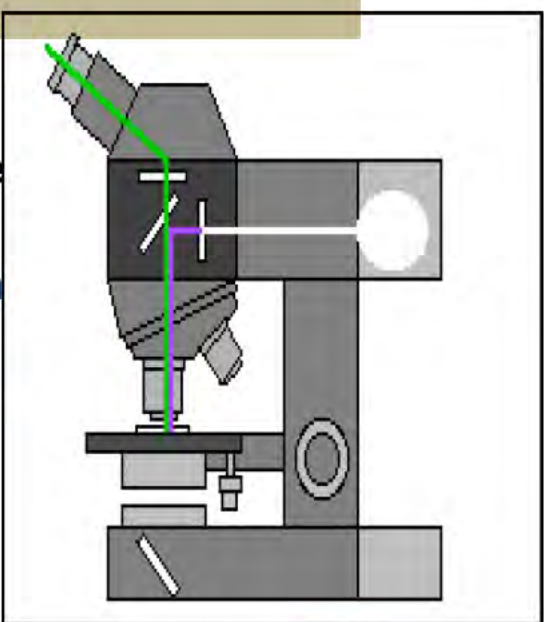
Les marqueurs fluorescents les plus courants

Fluorochromes	Rhodamine	Fluorescéine	DAPI
Lumière d'excitation	vert	bleu	UV
Lumière d'émission	rouge	vert	bleu



Observation en utilisant le jeu de filtres spécifiques à la rhodamine

Observation en utilisant le jeu de filtres spécifiques à la fluorescéine



Objectif 4 : Déterminer les domaines d'application de la microscopie à fluorescence

- Le microscope en fluorescence permet de visualiser des objets qui sont naturellement fluorescents (chlorophylle ,vitamine A...), ou des molécules rendues fluorescentes pour mieux les observer et éventuellement suivre leur parcours .

- Etudier au niveau cellulaire et moléculaire les structures biologiques, leur fonctionnement et leurs interactions (division cellulaire, motilité, transport, sécrétion, communication neuronale, etc.).

- Technique essentielle dans le diagnostic clinique (par exemple, immunologie, pathologie, microbiologie, cytogénétique) et les environnements de recherche

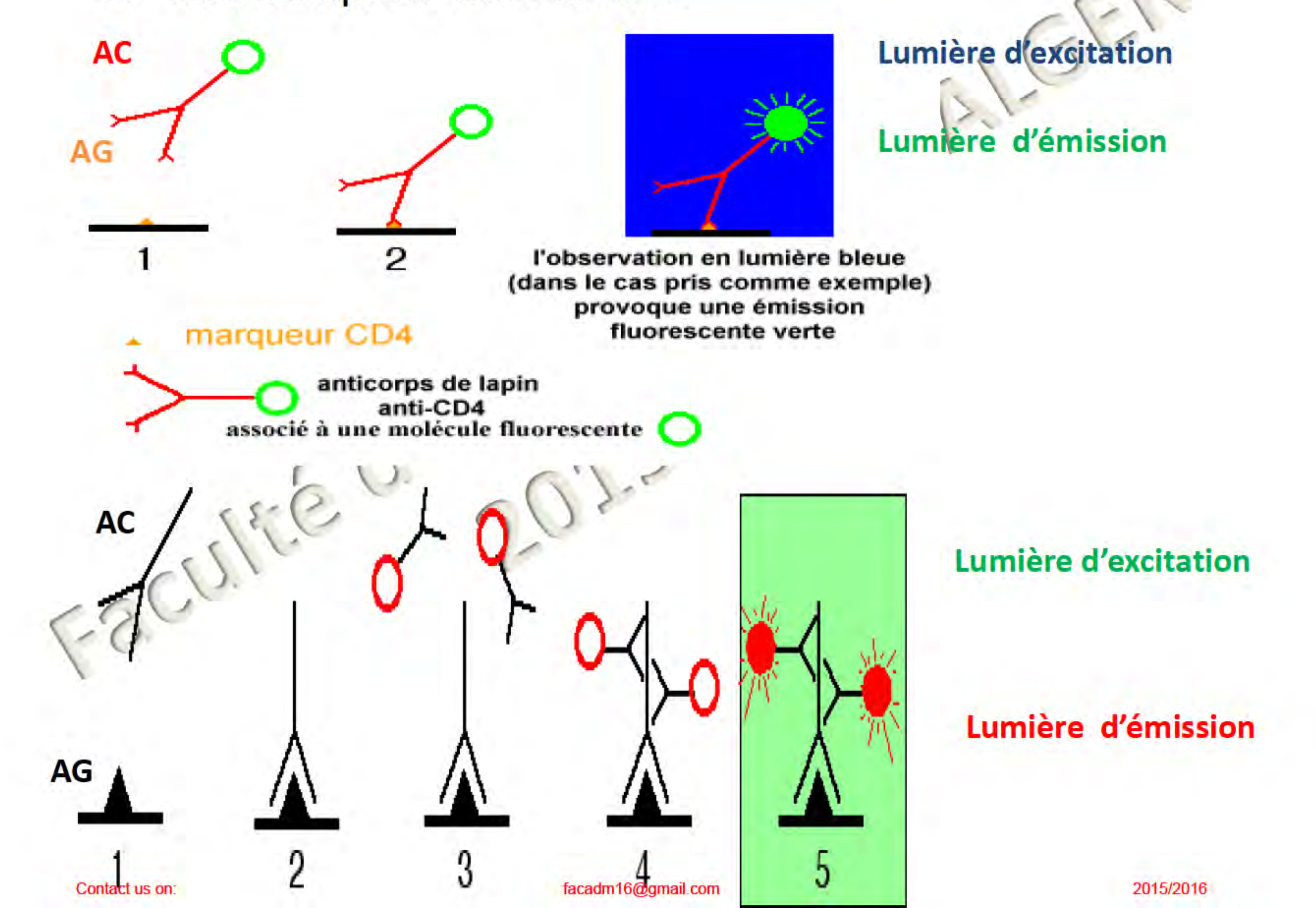
Objectif 4 : Déterminer les domaines d'application de la microscopie à fluorescence

Application de la technique de fluorescence

Pour induire la fluorescence , les molécules fluorescentes (fluorochromes) sont liées à des AC qui vont se fixer spécifiquement sur les molécules recherchées (AG) selon le principe de la réaction immunitaire AC -AG ce qui rendra facile la détection des complexes AG - AC

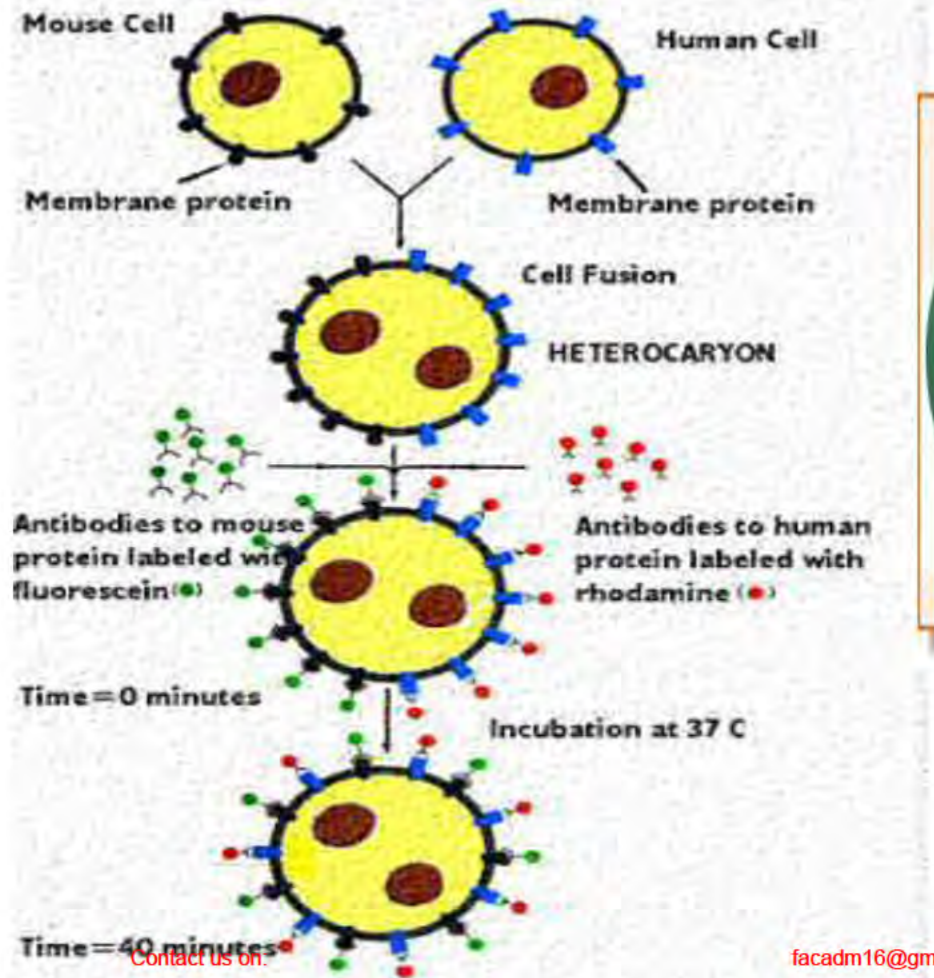
→ **Technique d' immunofluorescence ou d'immuno-marquage .**

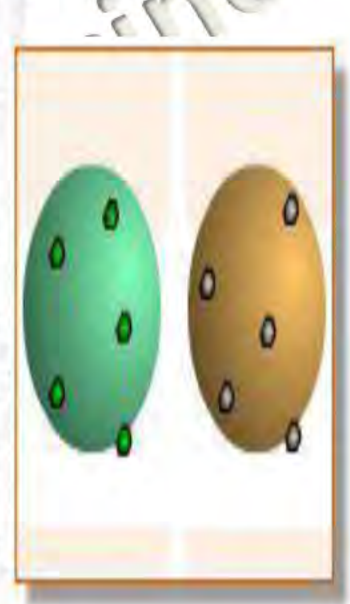
Objectif 4 : Déterminer les domaines d'application de la microscopie à fluorescence

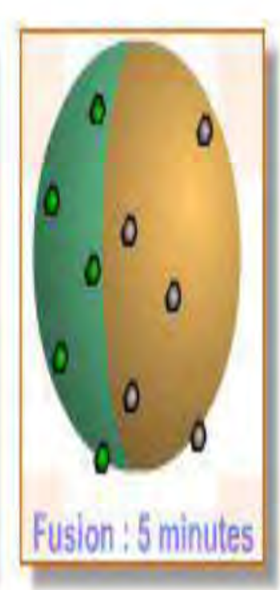


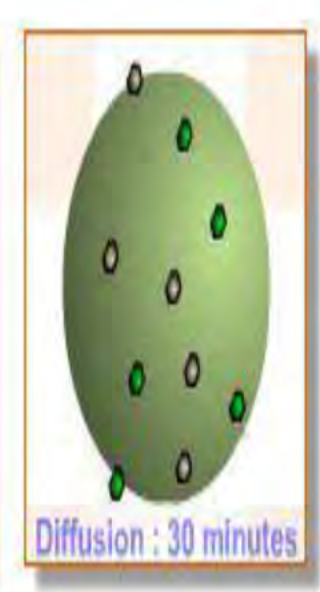
Objectif 5 : Citer des exemples de composés cellulaires détectables en microscopie à fluorescence.

1 –Détecter et Suivre la fluidité des **protéines membranaires** (expérience de Fry – EDIDIN P .35)



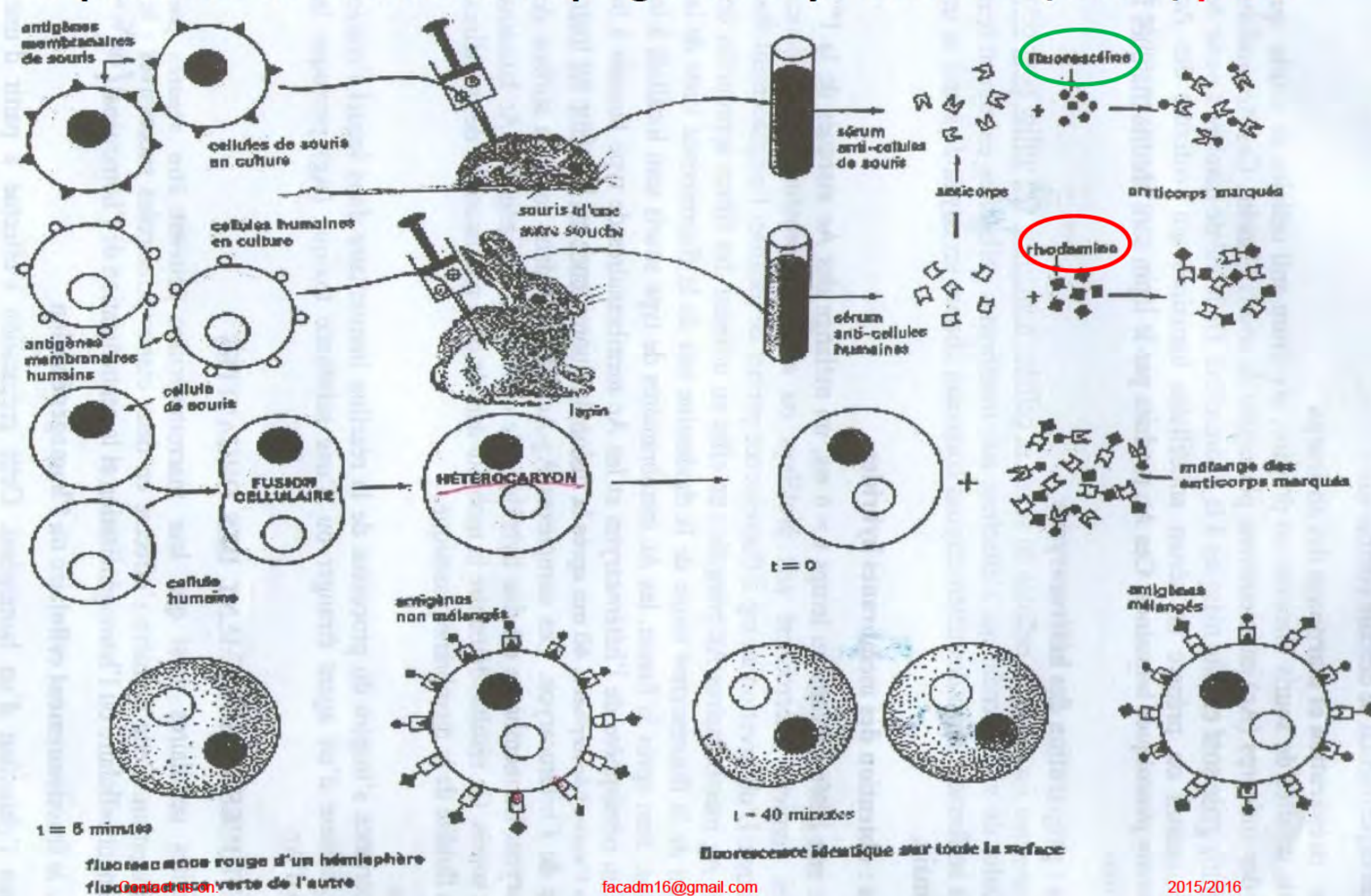






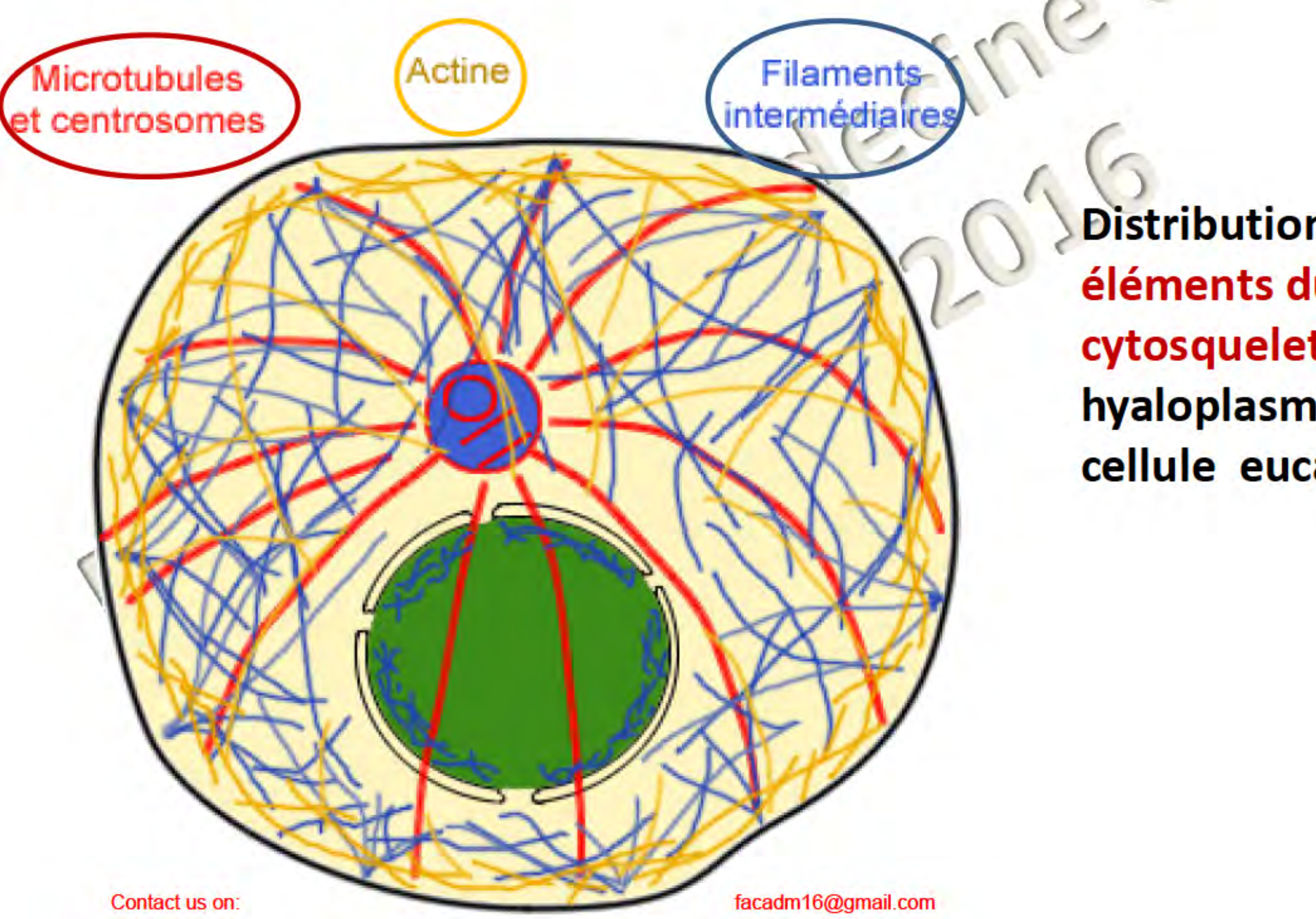
Résultats : **déplacement des protéines par diffusion latérale dans le plan membranaire .**

Expérience d'immuno marquage de Frye et Edidin (1970) p .35



Objectif 4 : Déterminer les domaines d'application de la microscopie à fluorescence

2 - Détecter , localiser , quantifier des protéines cellulaires comme les hormones, récepteurs, , **les protéines du cytosquelette** ……

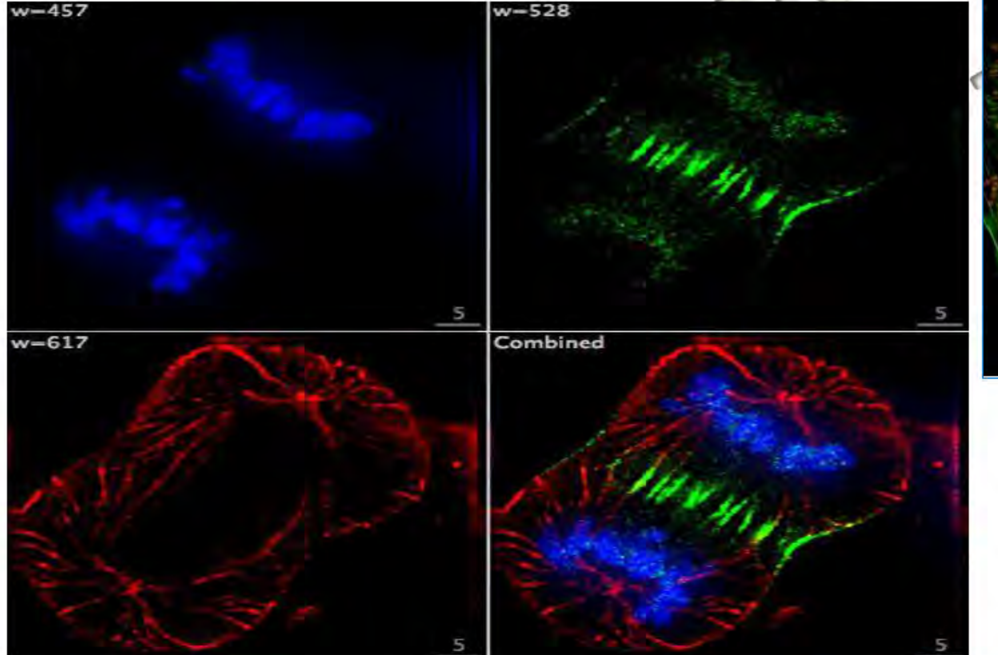


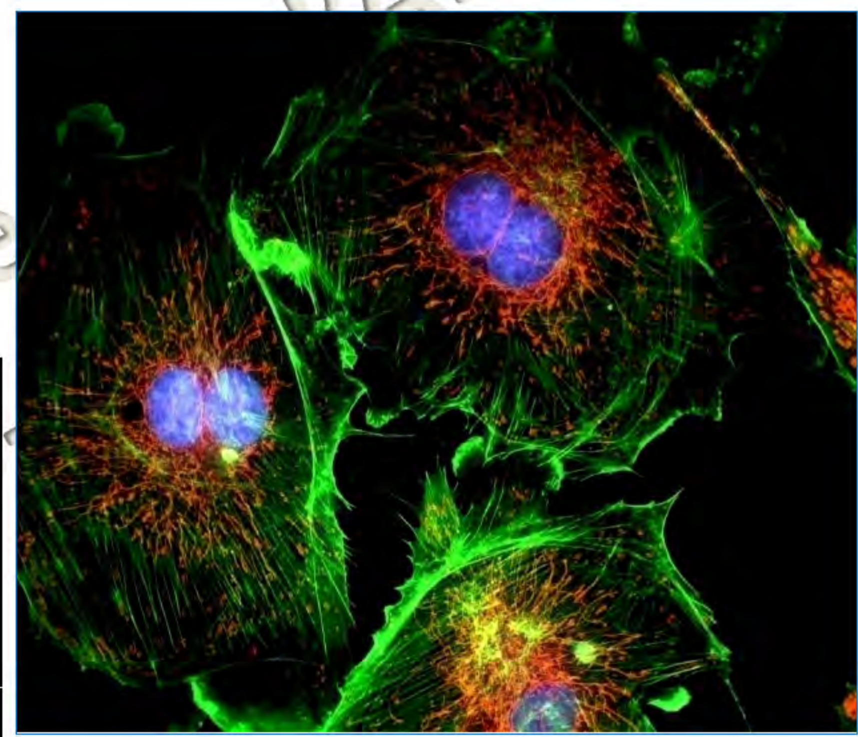
Distribution des éléments du cytosquelette dans le hyaloplasme d' une cellule eucaryote

Objectif 4 : Déterminer les domaines d'application de la microscopie à fluorescence

2 -Détection, localisation et quantification de protéines cellulaires (hormones, récepteurs, **Cytosquelette….**)

Mitose observée au microscope à fluorescence en utilisant plusieurs fluorochromes



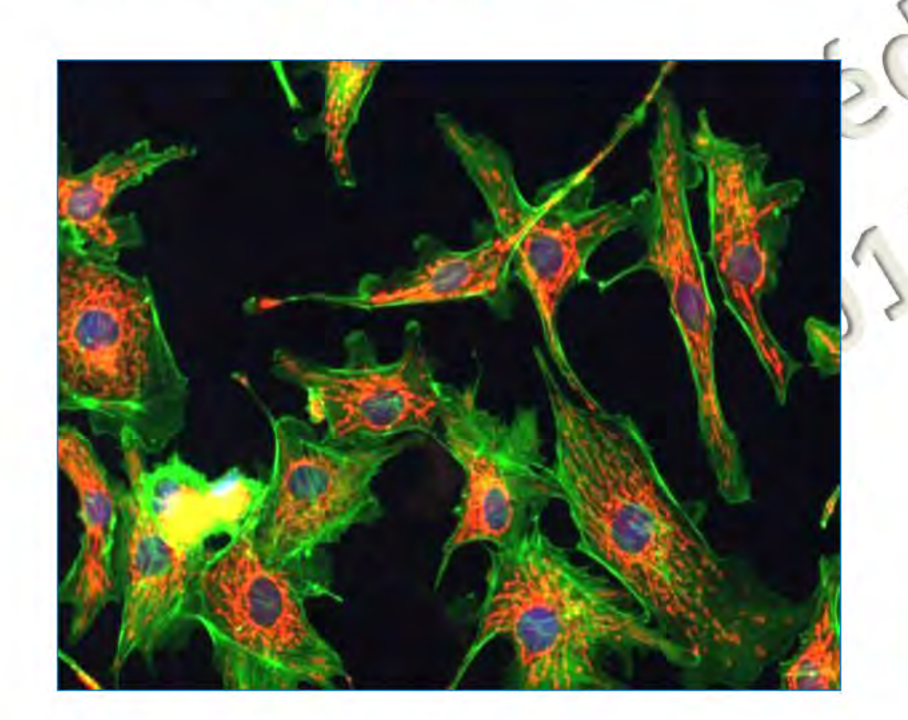


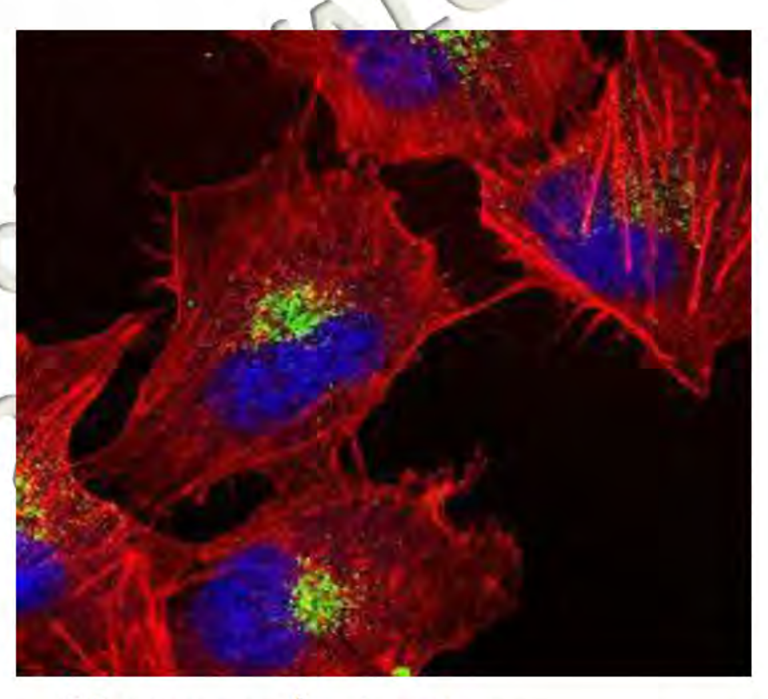
Répartition des éléments du cytosquelette dans des cellules en division (microfilaments d'actines en vert , microtubules en rouge)

Objectif 4 : Déterminer les domaines d'application de la microscopie à fluorescence

2 -Détection, localisation et quantification de protéines cellulaires (hormones, récepteurs, **Cytosquelette….**)

Répartition des éléments du cytosquelette dans des cellules nerveuses





Marquage de structures intracellulaires (noyau en bleu (DAPI) et microfilaments d'actines en rouge) et suivi de l'internalisation d'une protéine (la transferrine en vert)

Objectifs spécifiques

B – les microscopes électroniques

1 - le microscope électronique à transmission

Objectif 1 :Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à transmission (MET).

Objectif 2 :Déterminer les domaines de son utilisation.

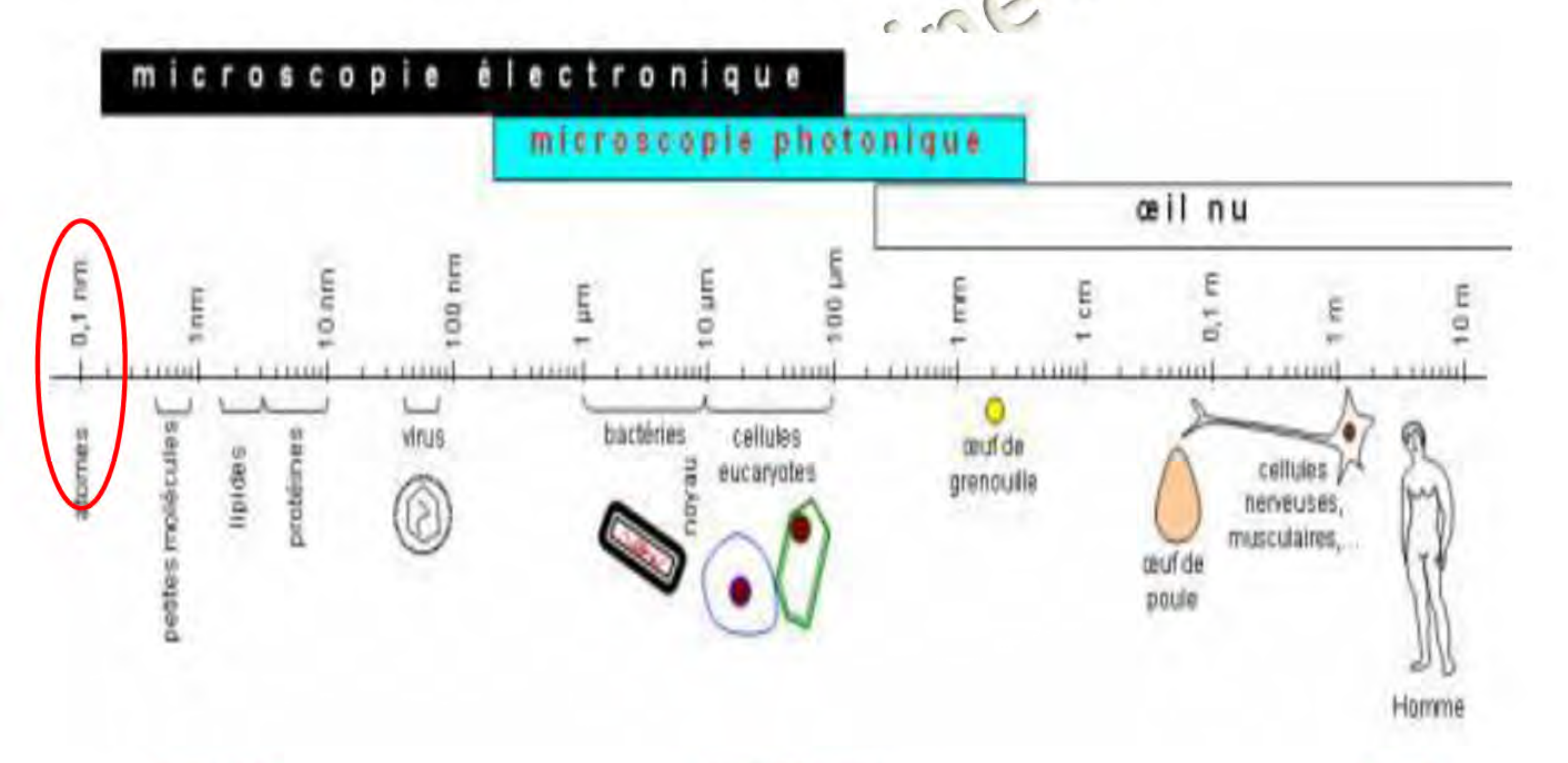
Objectif 3 :Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de sa caractérisation ultrastructurale (technique des coupes minces et contraste positif).

Objectif 4 :Lister les différents procédés de contraste électronique (coloration positive, négative, autoradiographie).

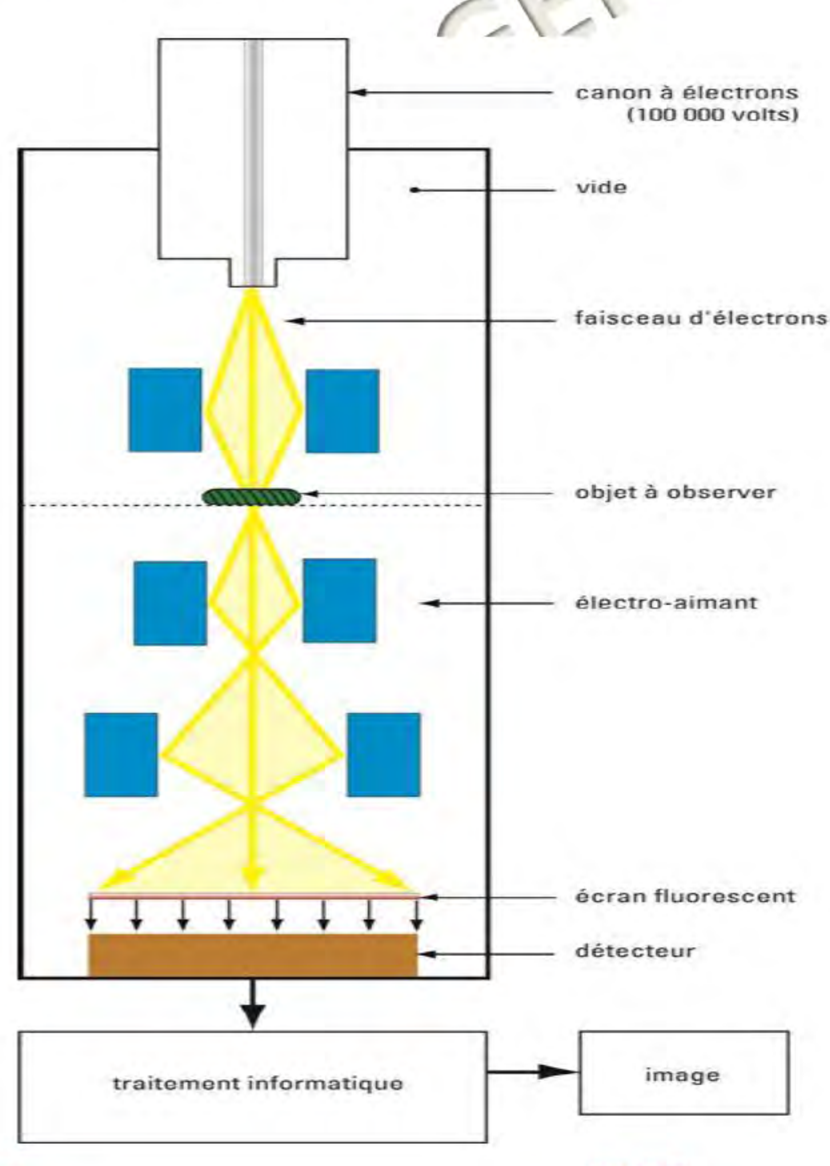
Objectif 5 :Indiquer l'apport de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon.

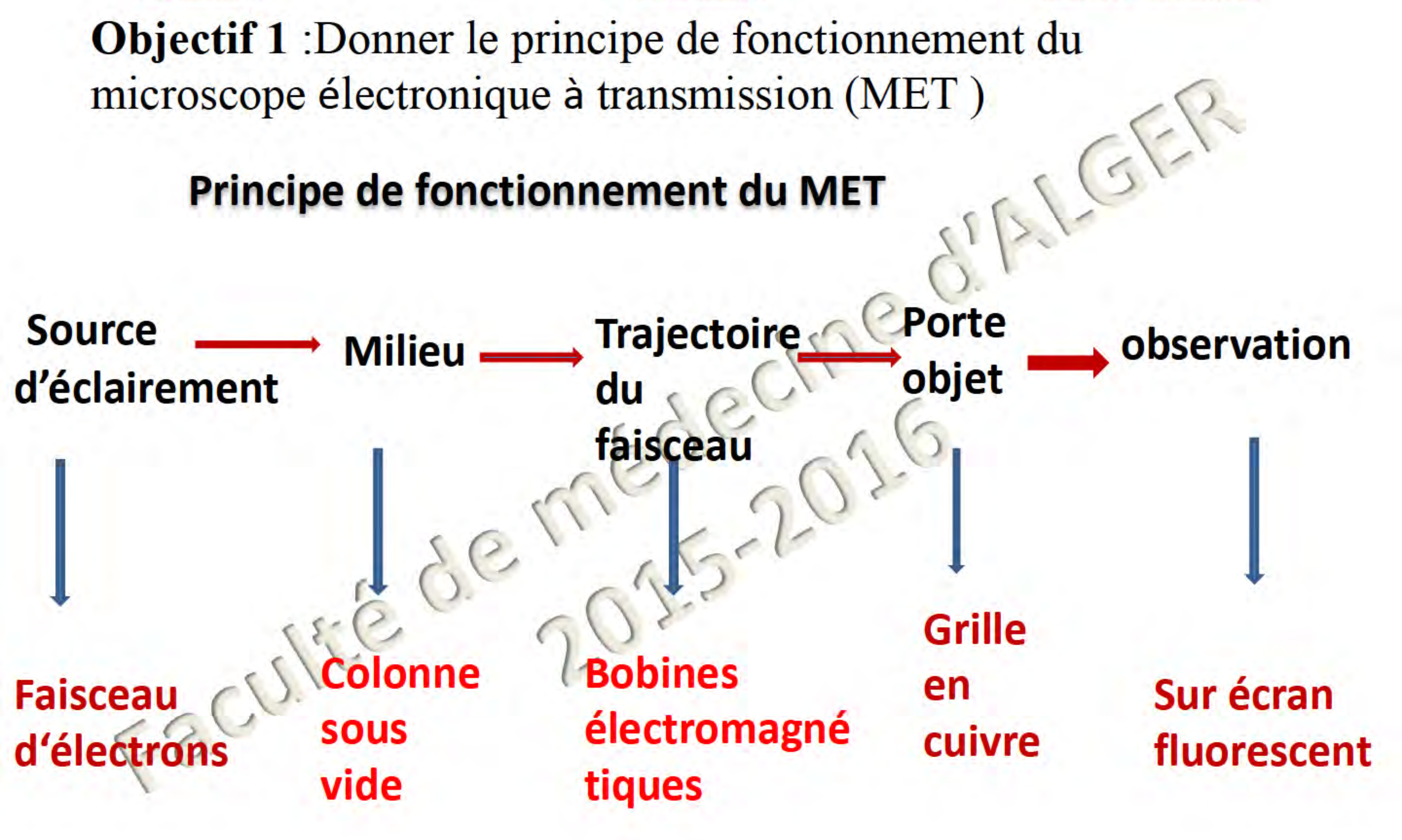
1- Le microscope électronique à transmission

Echelle d'observation du vivant



Objectif 1 :Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à transmission (MET).

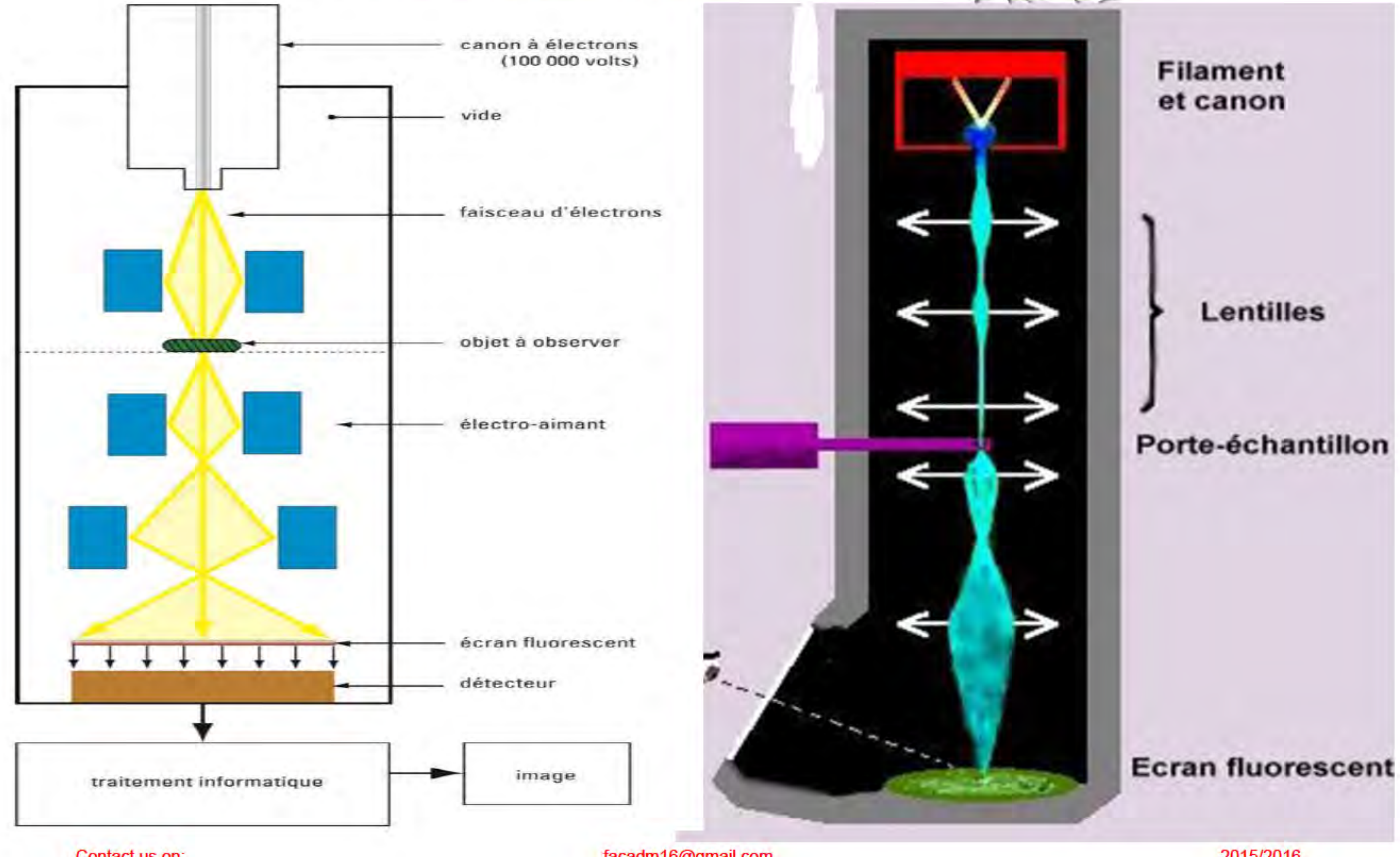




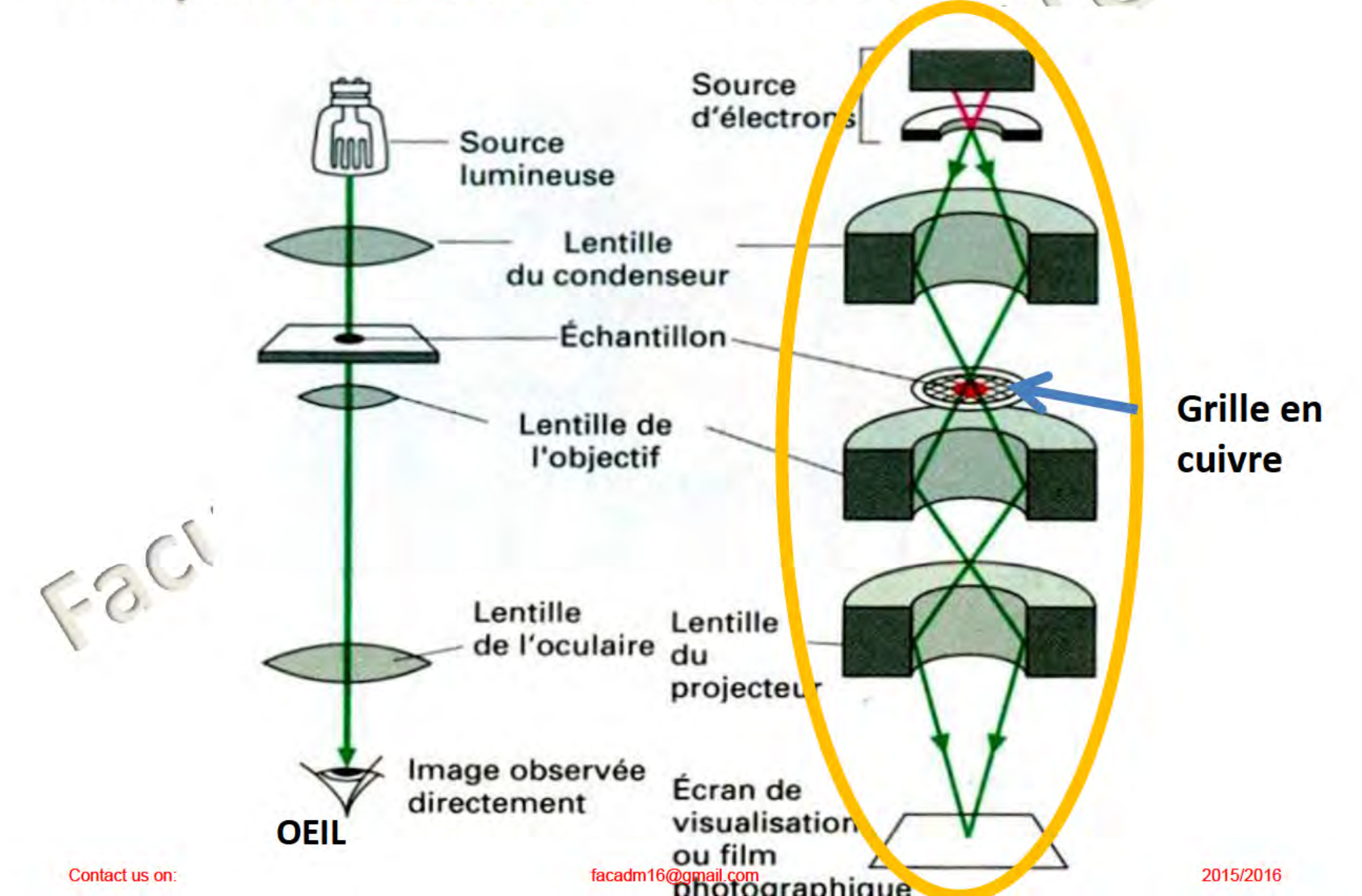
Résultat : image en noir et blanc

Objectif 1 :Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à transmission (MET).

Principe de transmission des électrons



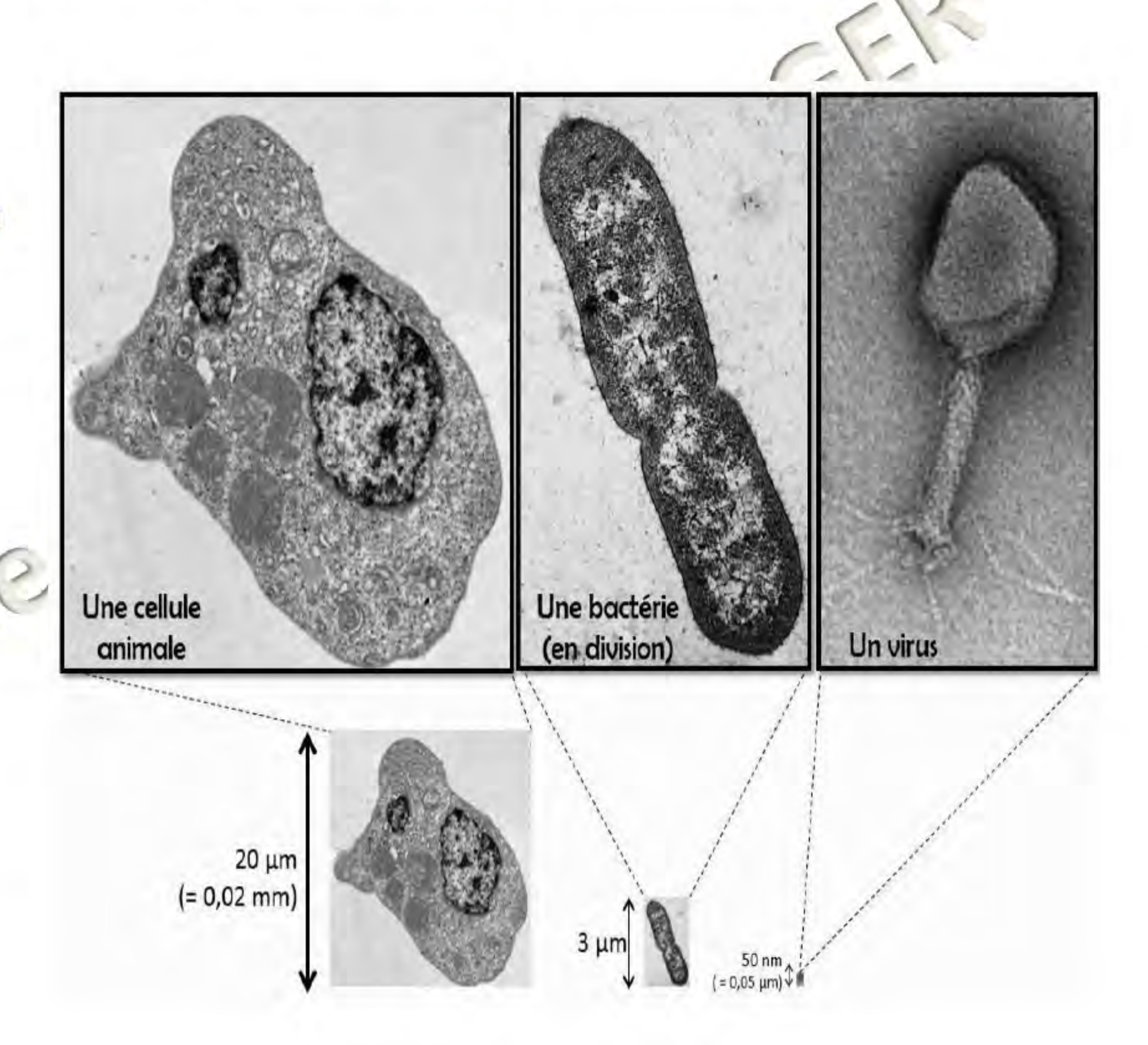
Objectif 1 :Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à transmission (MET).



Objectif 2 : Déterminer les domaines de son utilisation.

Observation au MET à fort grossissement

Observation à faible grossissement



Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MET

- Un pouvoir de résolution de 0,2 nm **(2 Å)** et même jusqu'à 10 Å pour certains MET .

- A permis de découvrir l'ultrastructure de la cellule révélant , avec précision l'existence d'organites cellulaires : noyau , mitochondries , lysosomes , vacuoles , vésicules , appareil de golgi , RE , ribosomes , centrioles , cytosquelette, chloroplastes .

Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MET

Ultrastructure d'un monocyte sanguin

Zones claires

↓

é transmis

Nu

Zones sombres opaques aux é

↓

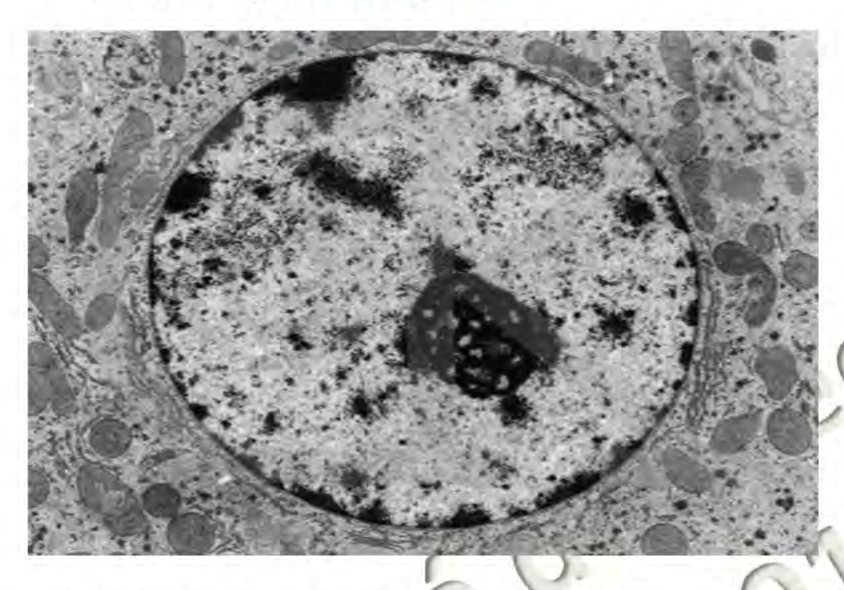
é arrêtés



Contraste positif

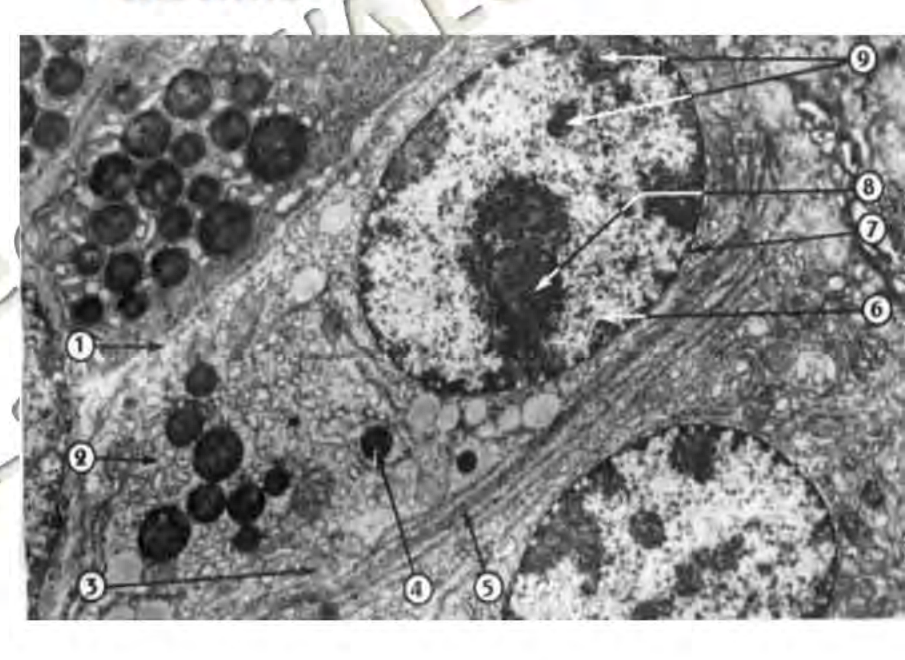
Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MET

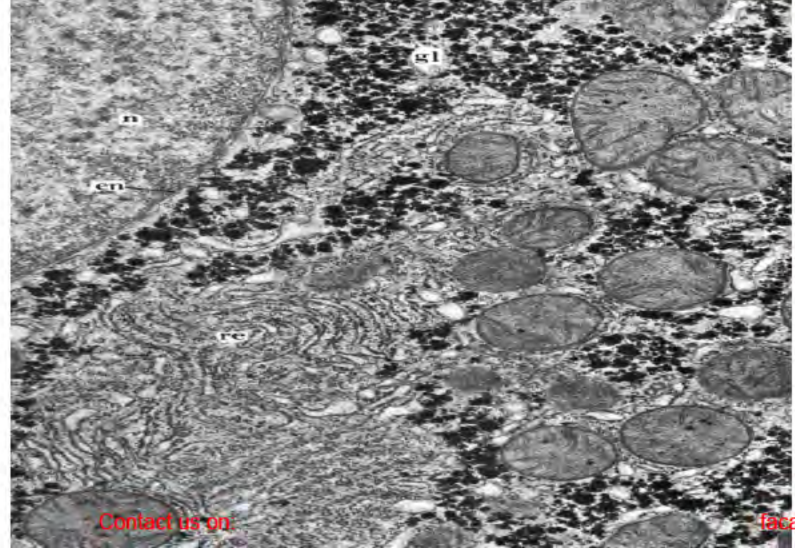
Ultra structure d'une portion de cellule glandulaire





Ultra structure du pancréas exocrine





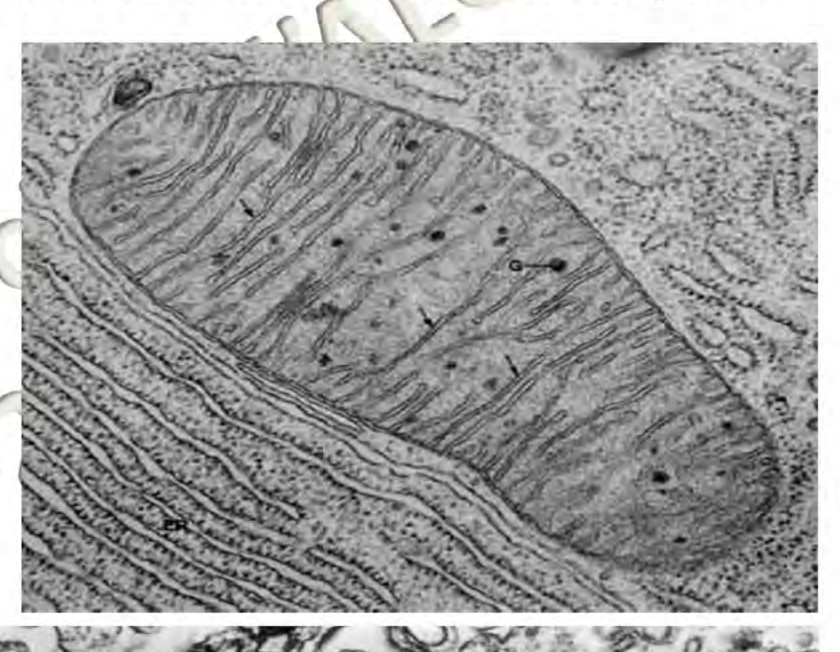
Ultra structure d'une portion de cellule hépatique

Objectif 2 : Déterminer les domaines d'utilisation du MET

Observation de détail plus fin à plus fort grossissement du MET

Ultra structure de la membrane plasmique du globule rouge

Ultra structure de mitochondrie / REG



Ultra structure de l'appareil de GOLGI

Objectif 3 :Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de sa caractérisation **ultra structurale** (technique des coupes minces et contraste positif) **.**

La Technique des coupes minces + contraste positif / Technique cytologique p. 29

But : Décrire finement les structures intracellulaires :

Donc réaliser une étude ultrastructurale

Principe : réaliser des coupes ultrafines permissives aux faisceaux d'électrons et aux sels de métaux lourds .

Objectif 3 :Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de sa caractérisation **ultra structurale** (technique des coupes minces et contraste positif) **.**

Les étapes de la technique de coupes minces

Le principe et le procédé sont les mêmes que pour la technique histologique , la différence est dans les produits et les outils utilisés .

- Fixation double aux aldéhydes + tetroxide d'osmium **.**
- Déshydratation à l'alcool + solvant de la résine
- Inclusion / imprégnation à la résine
- Coupes ultrafines de 300–600Å sur Ultramicrotome
- Coupes étalées sur grille métallique(en cuivre)
- Contraste aux sels de métaux lourds , tel l'acétate d'uranyl et le citrate de plomb …
- Observation en noir et blanc

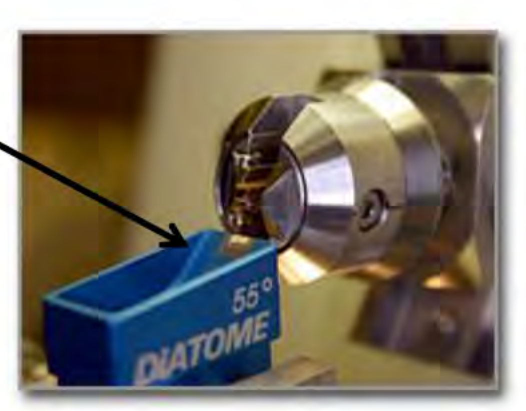
Microtomisation



Blocs de résine + échantillon

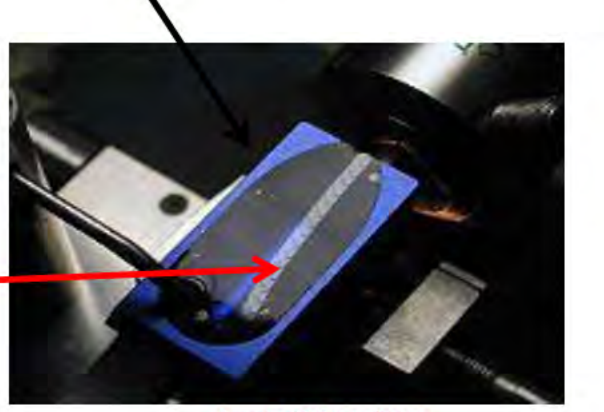


Ultra microtome





Coupes ultrafines de 500 Å



Récupération des coupes sur grille



grille en cuivre

coupes ultrafines

3 mm

Contraste aux sels de métaux lourds

ou Contraste positif (contrastes d'intensités entre noir et blanc)

Objectif 4 :Lister les différents procédés de contraste électronique (coloration positive, coloration négative, autoradiographie) .

Les procédés de contraste électronique

A - Le contraste (coloration) positif : (aller à diapo 50 -51 -52)

Les atomes majeurs de la matière biologique sont transparents aux électrons d 'ou la nécessité d'utiliser des sels de métaux lourds ; l' acétate d'Uranyl , Citrate de Plomb .

B - Le contraste (coloration) négatif :

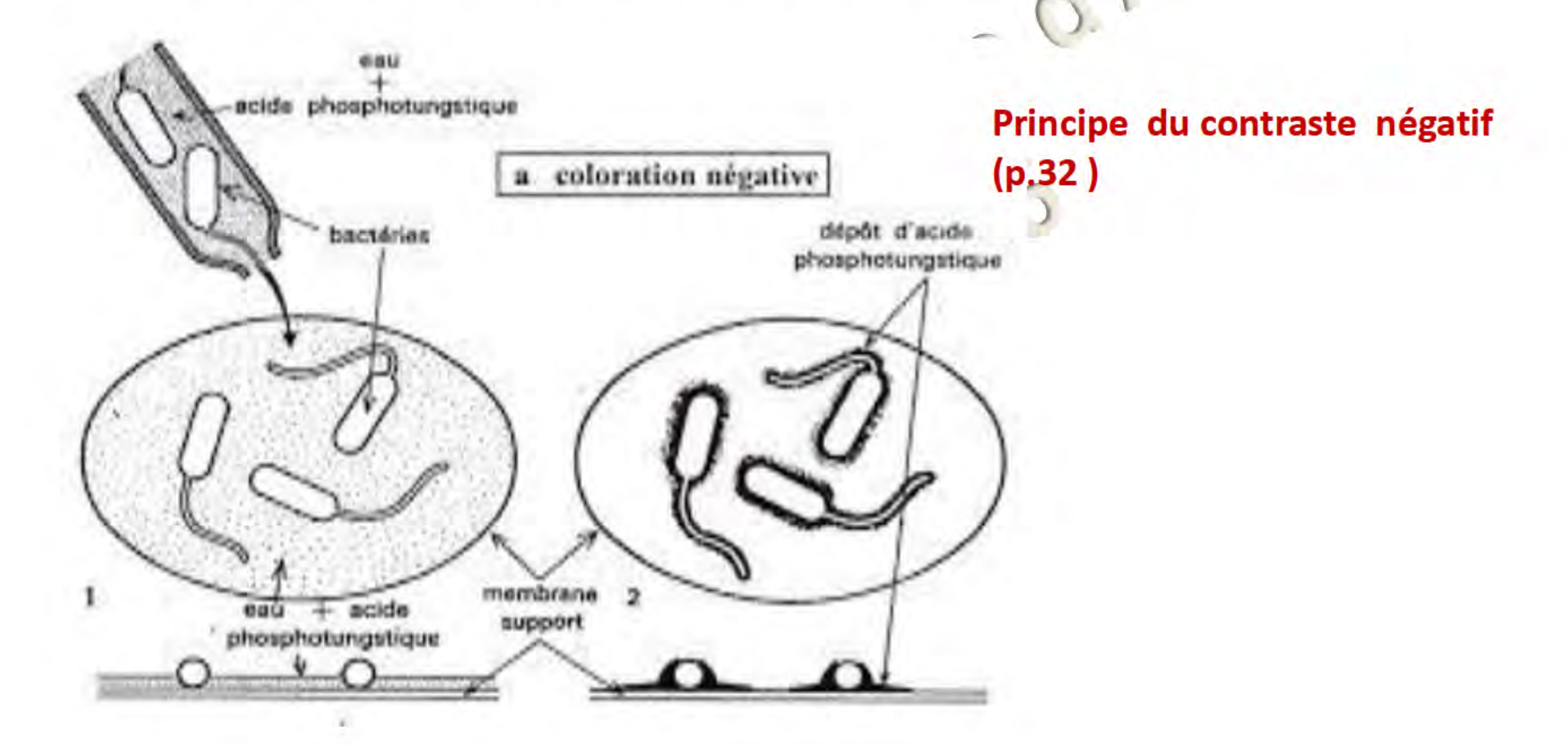
Le contraste négatif permet d'assombrir le fond sans colorer l'objet lui-même
Les structures apparaissent en « négatif » en clair sur fond sombre

C – L'autoradiographie :

Suivi de molécules intracellulaires (protéines , acides nucléiques ...) marquées par des isotopes radioactifs tel : le C 14 , H 3 . Connaitre leur emplacement et leur déplacement au cours du temps .

Objectif 4 :Lister les différents procédés de contraste électronique (coloration positive, coloration négative, autoradiographie

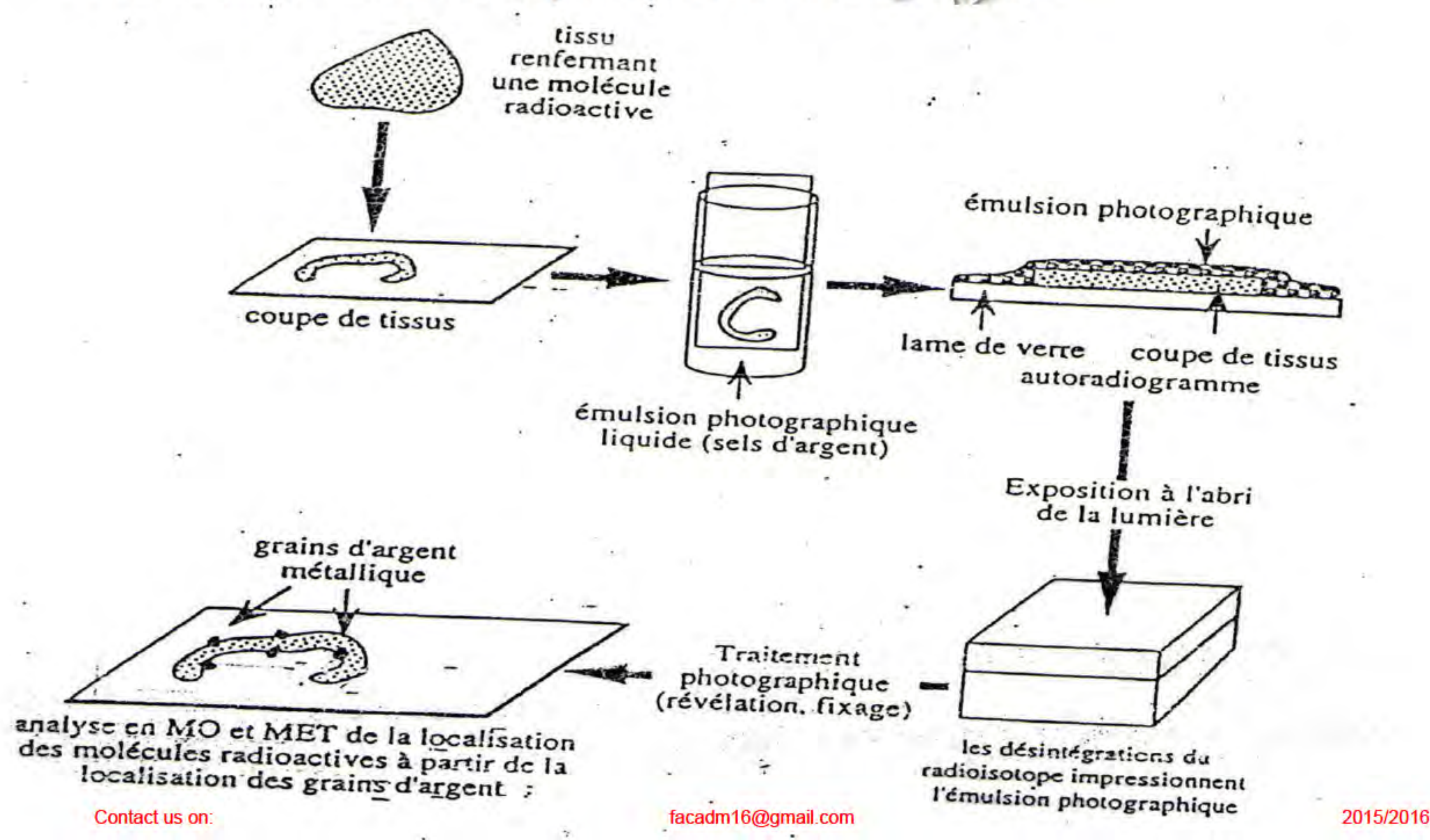
B - La technique de coloration négative



Objectif 4 :Lister les différents procédés de contraste électronique (coloration positive, coloration négative, autoradiographie)

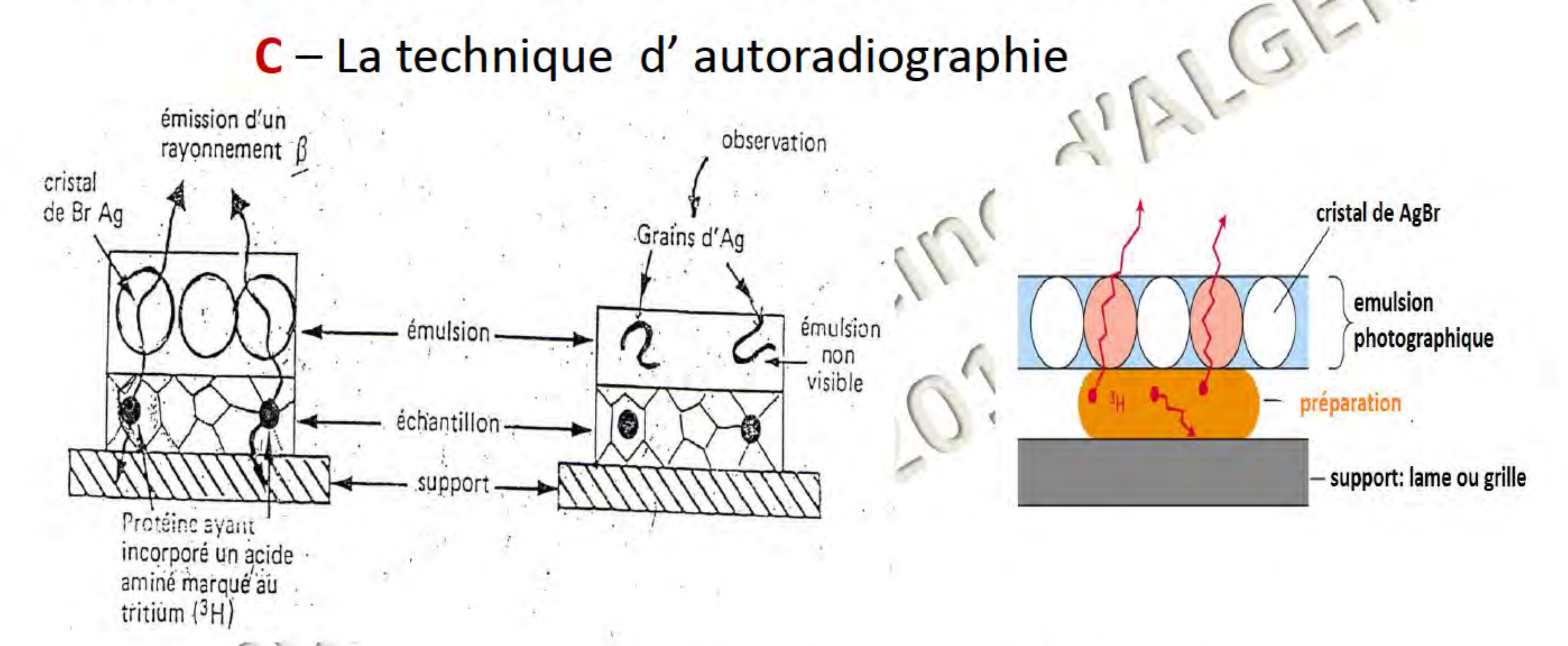
C – La technique d' autoradiographie

Procédé de la technique d'autoradiographie



Objectif 4 :Lister les différents procédés de contraste électronique (coloration positive, coloration négative, autoradiographie)

C – La technique d' autoradiographie

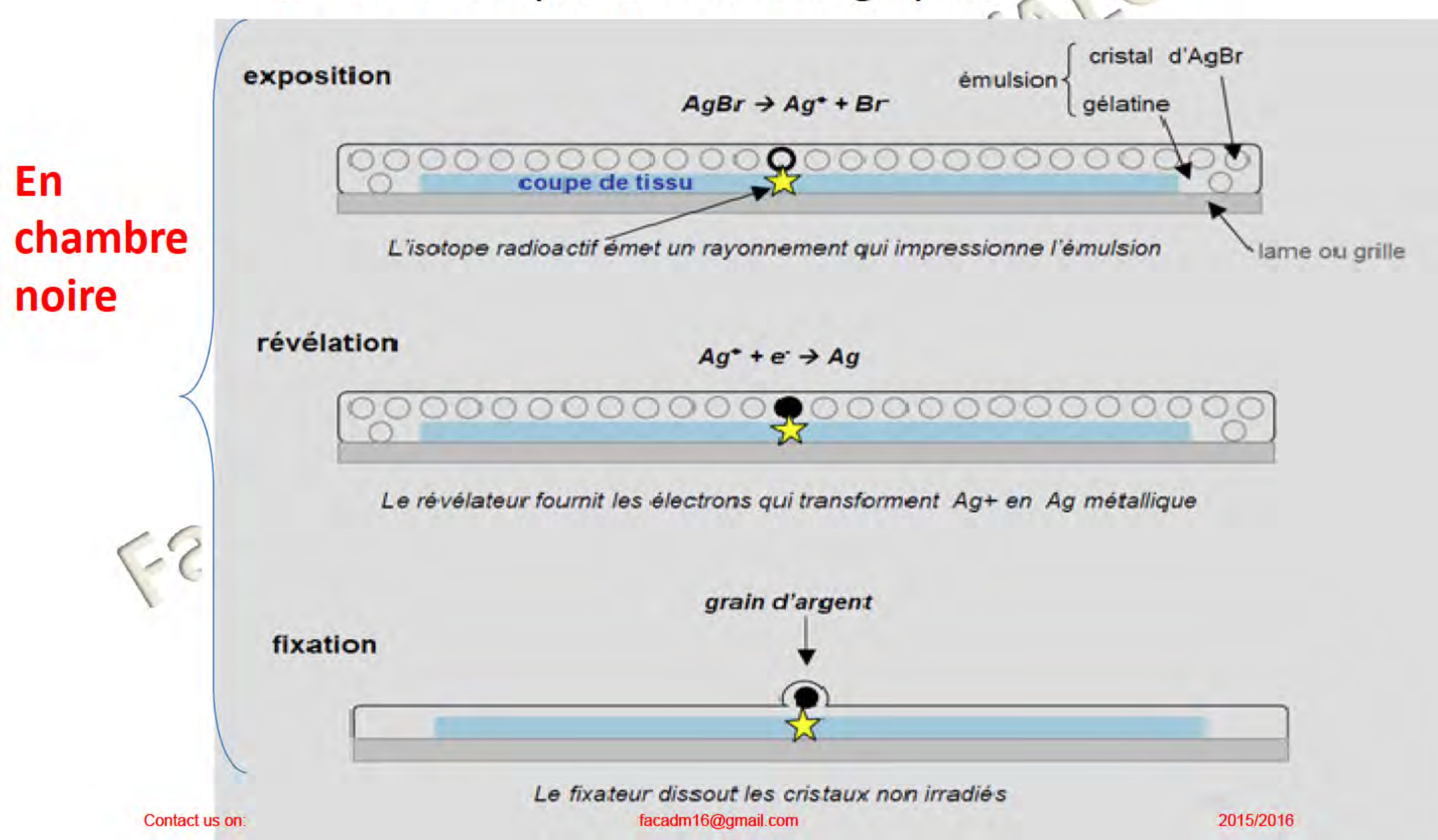


Les sels de Bromures d'argent (BrAg) contenus dans l'émulsion sont réduits par le rayonnement radioactif et apparaissent sous forme de grains noirs .

Les grains d'argent indiquent les régions où sont localisées les molécules ayant incorporé les précurseurs radioactifs.

Objectif 4 :Lister les différents procédés de contraste électronique (coloration positive, coloration négative, autoradiographie)

C – La technique d' autoradiographie



Objectif 5 : Indiquer l'apport (but) de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon

A – le contraste (coloration) positif : diapos 46 -47 -48

But : Décrire finement les structures intracellulaires

Donc réaliser une étude ultra structurale

Objectif 5 : Indiquer l'apport (but) de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon

B - Technique de coloration négative

BUT :

Description morphologique (morphologie externe) de macromolécules ou d'organites (ex :les ribosomes), de virus , bactérie , mais après isolement .

Architecture moléculaire des éléments du cytosquelette (microtubules , microfilament d'actine..), de la chromatine , des pores nucléaires , mais après isolement .

Objectif 5 : Indiquer l'apport de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon

B- Contraste par coloration négative

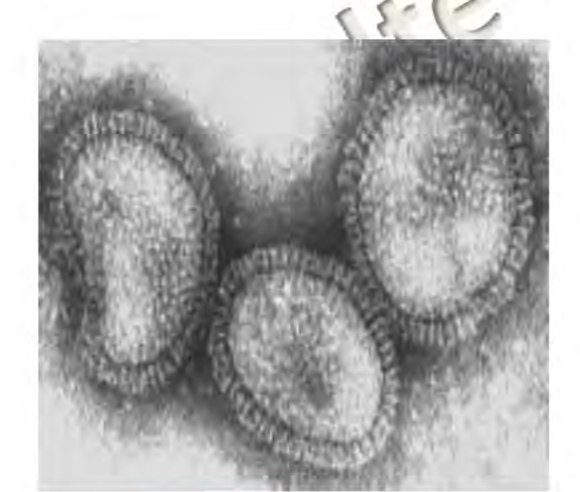
Morphologie externe de virus isolés à partir de cellules infectées



Bactériophages



Virus Ebola



Virus grippal



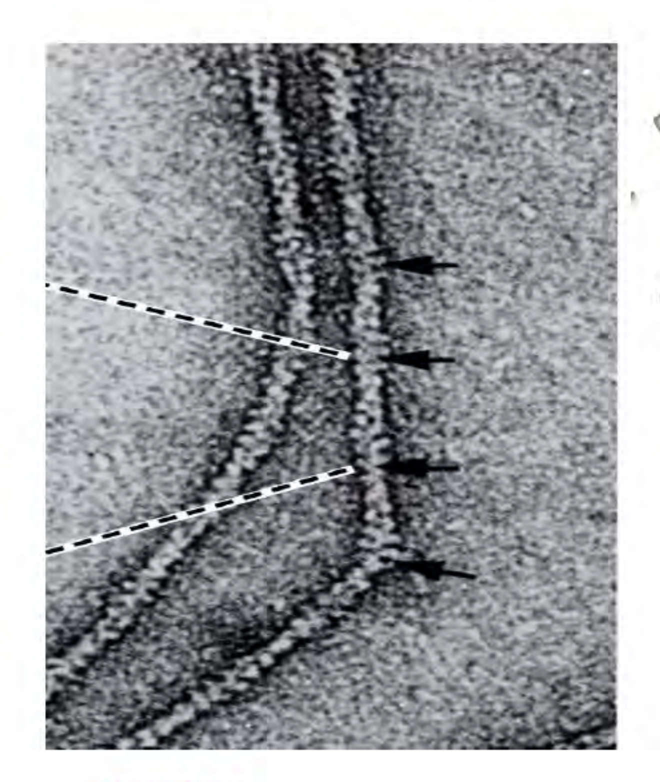
Virus de la Mosaïque du tabac

Objectif 5 : Indiquer l'apport de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon

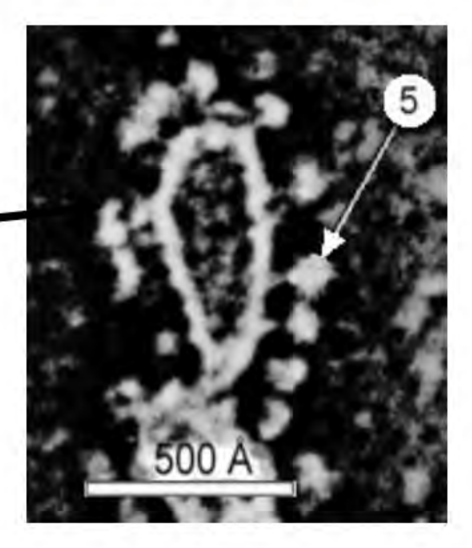
B - Contraste par coloration négative

Architecture moléculaire des Microfilaments d'actine

Morphologie externe des ATPosomes de la crête mitochondriale





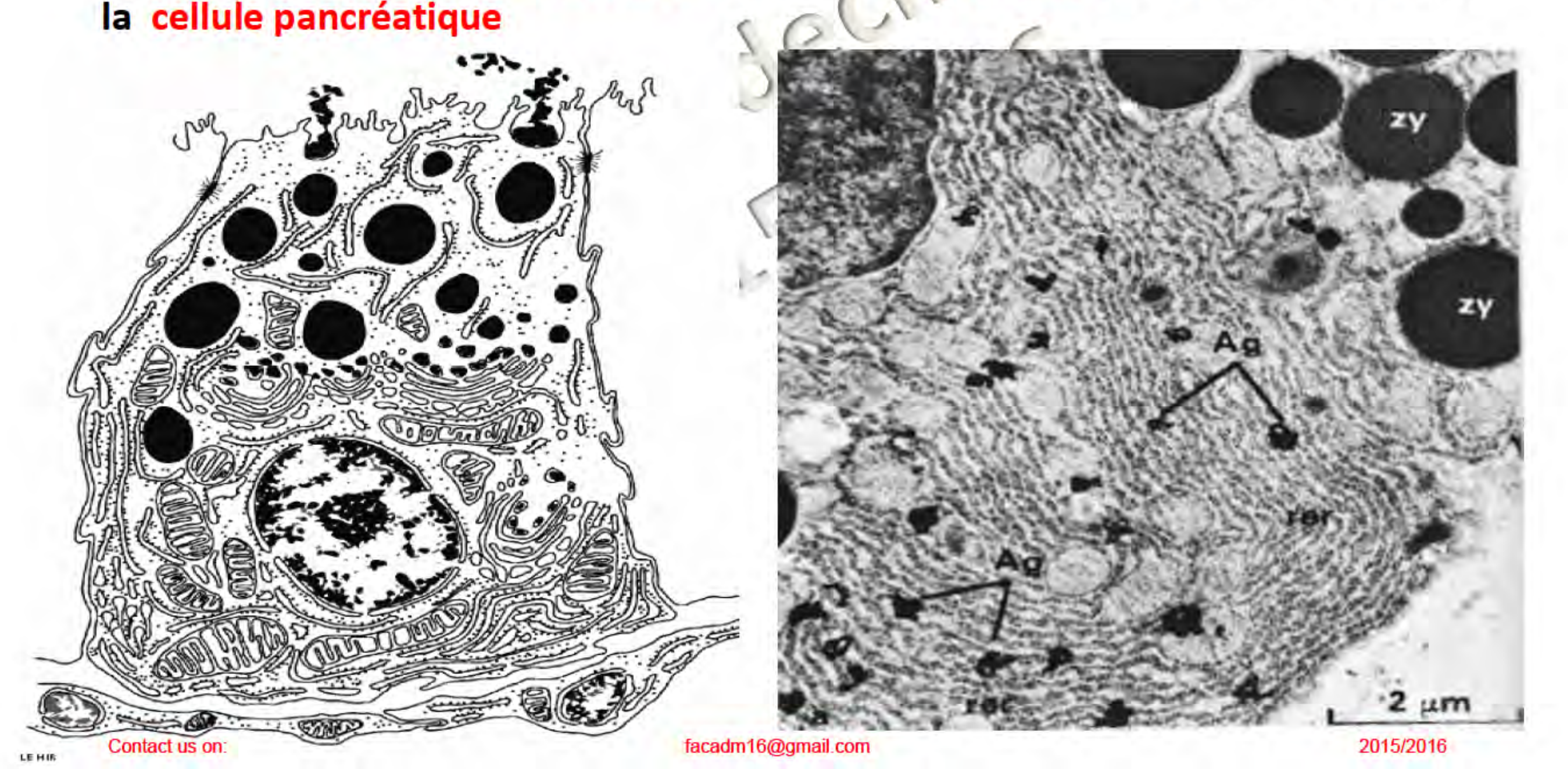


Objectif 5 : Indiquer l'apport (but)de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon

C - La Technique d'autoradiographie

But : Etude de la Cinétique d'un métabolisme cellulaire

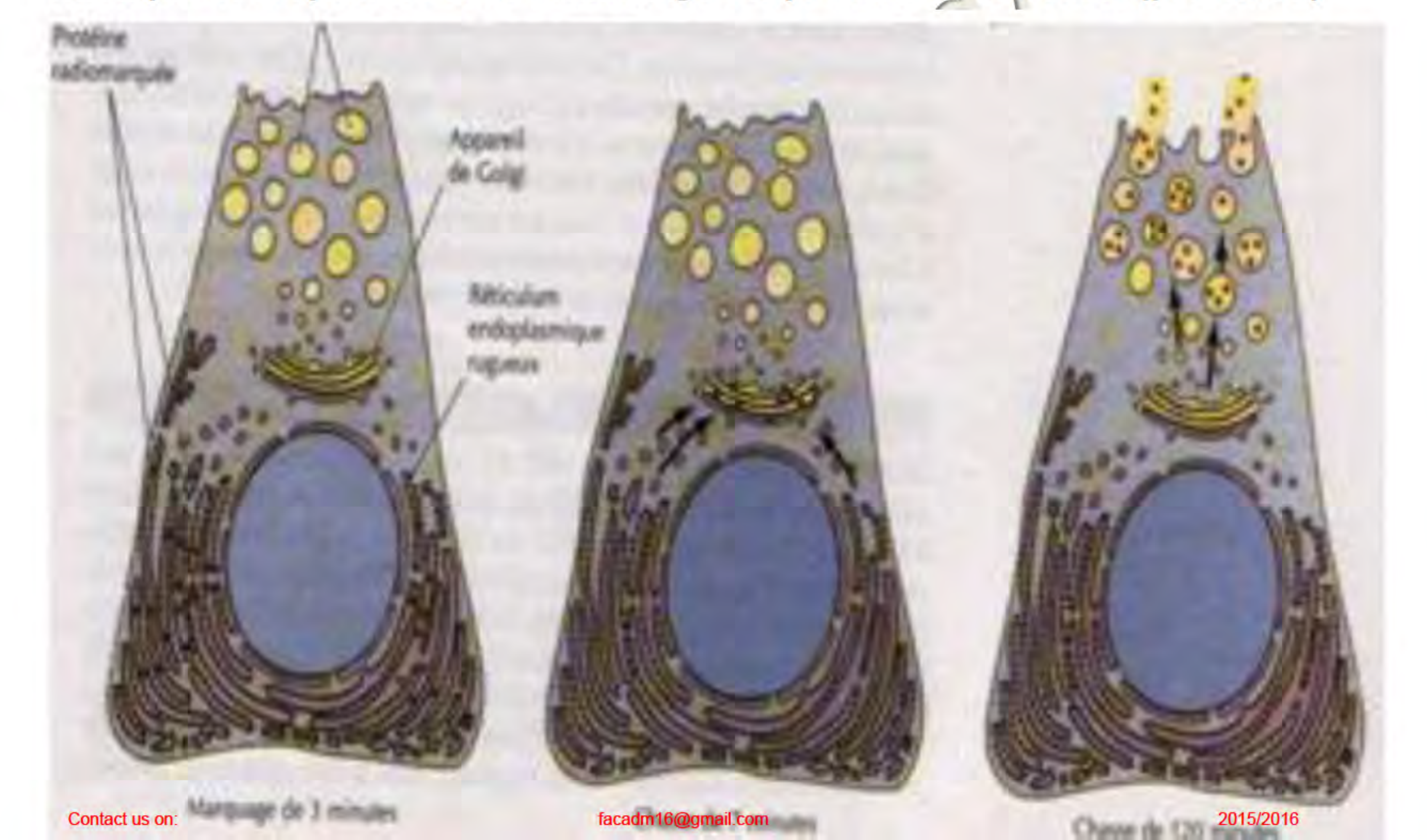
Marquage à la leucine radioactive et suivi des protéines néo synthétisées dans la cellule pancréatique



Objectif 5 : Indiquer l'apport de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon

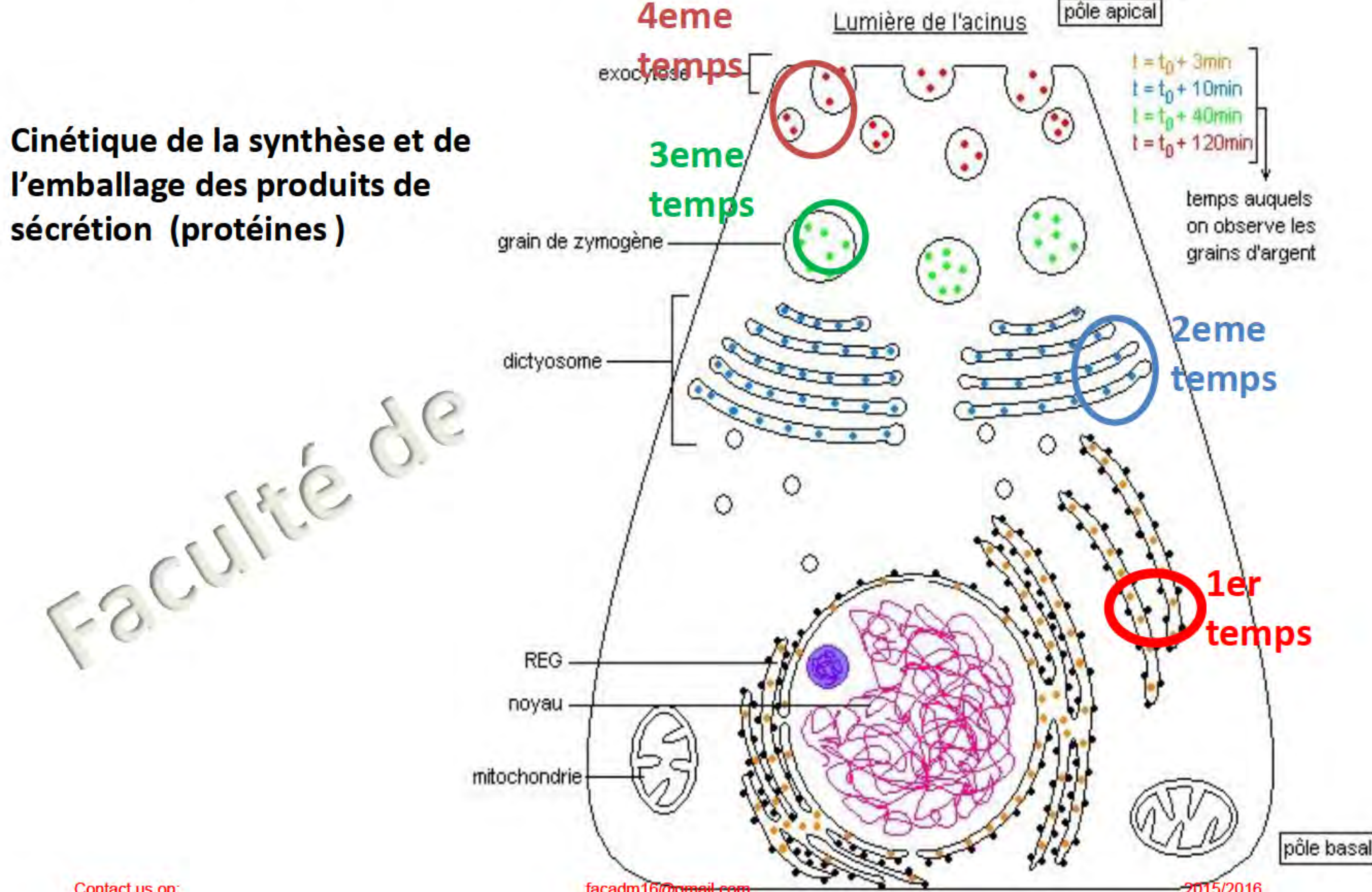
C - La technique d'autoradiographie

Cinétique de la synthèse et de l'emballage des produits de sécrétion (protéines)

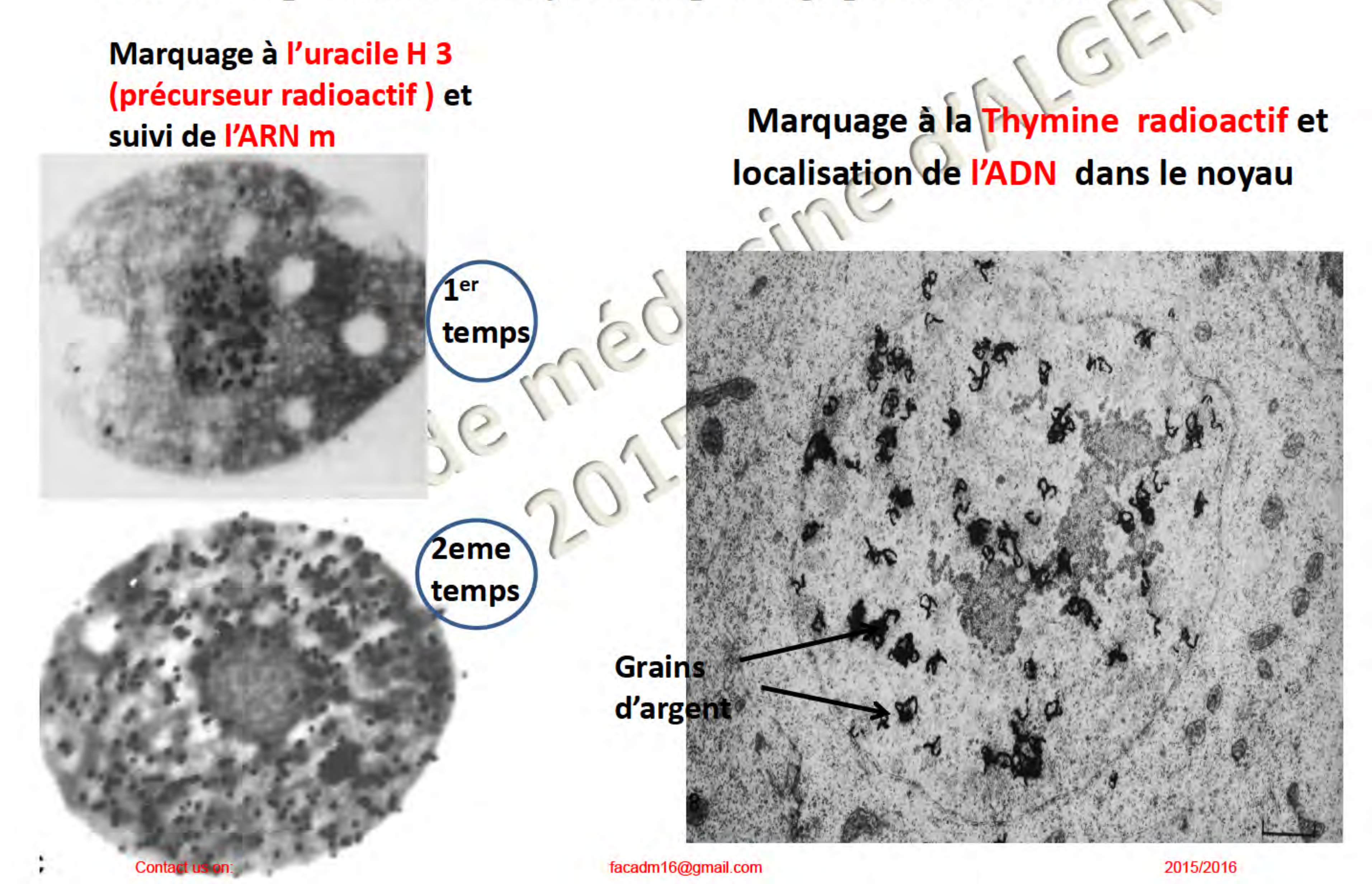


Objectif 5 : Indiquer l'apport de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon

Cinétique de la synthèse et de l'emballage des produits de sécrétion (protéines)



Objectif 5 : Indiquer l'apport de chaque procédé de contraste électronique dans l'analyse morphologique d'un échantillon



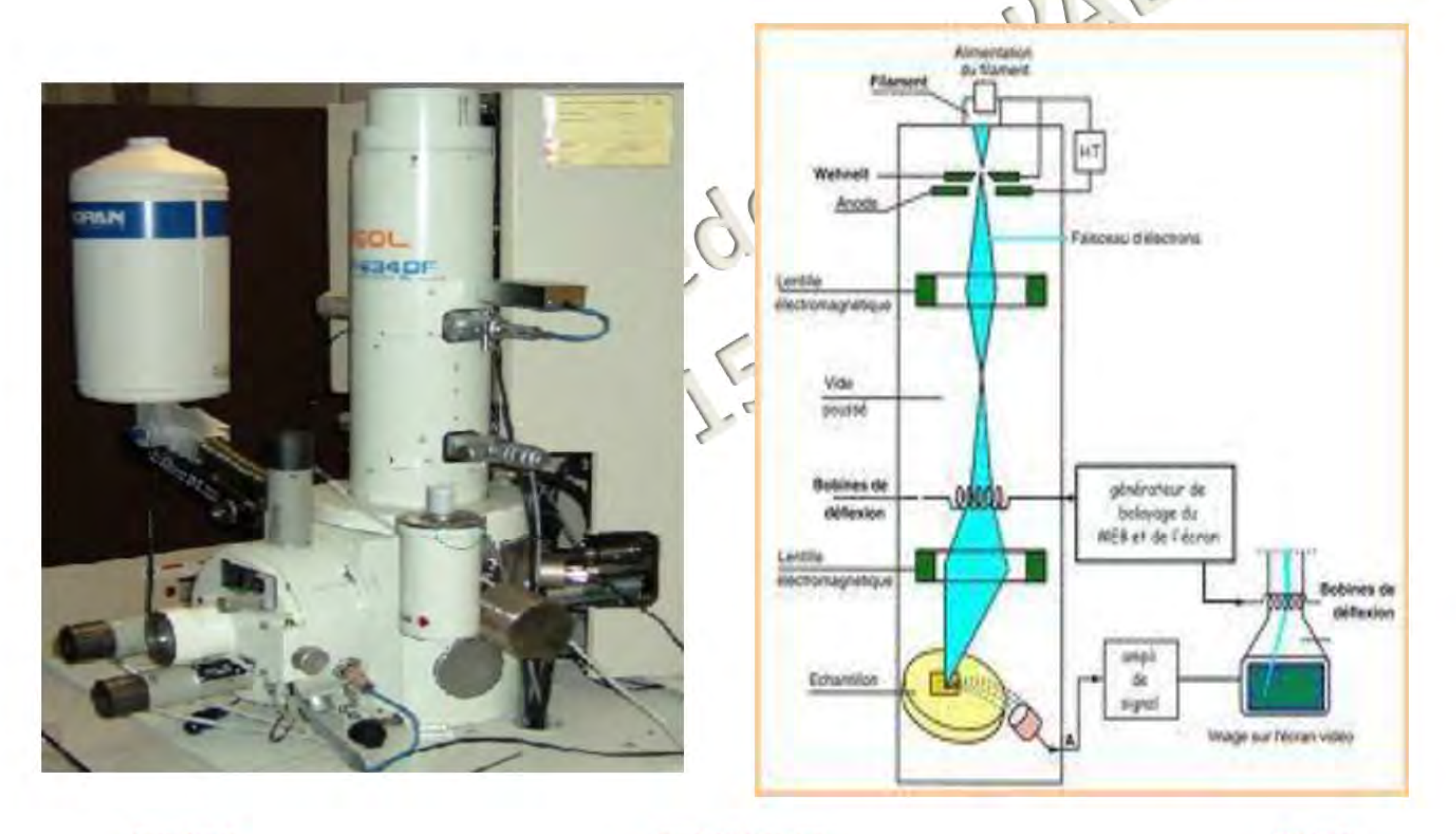
Objectifs spécifiques

B – Le microscope électronique à balayage

Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à balayage.
Objectif 2 : Déterminer les domaines de son utilisation.
Objectif 3 : Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de son analyse tridimensionnelle (la technique de cryodécapage / ombrage métallique).

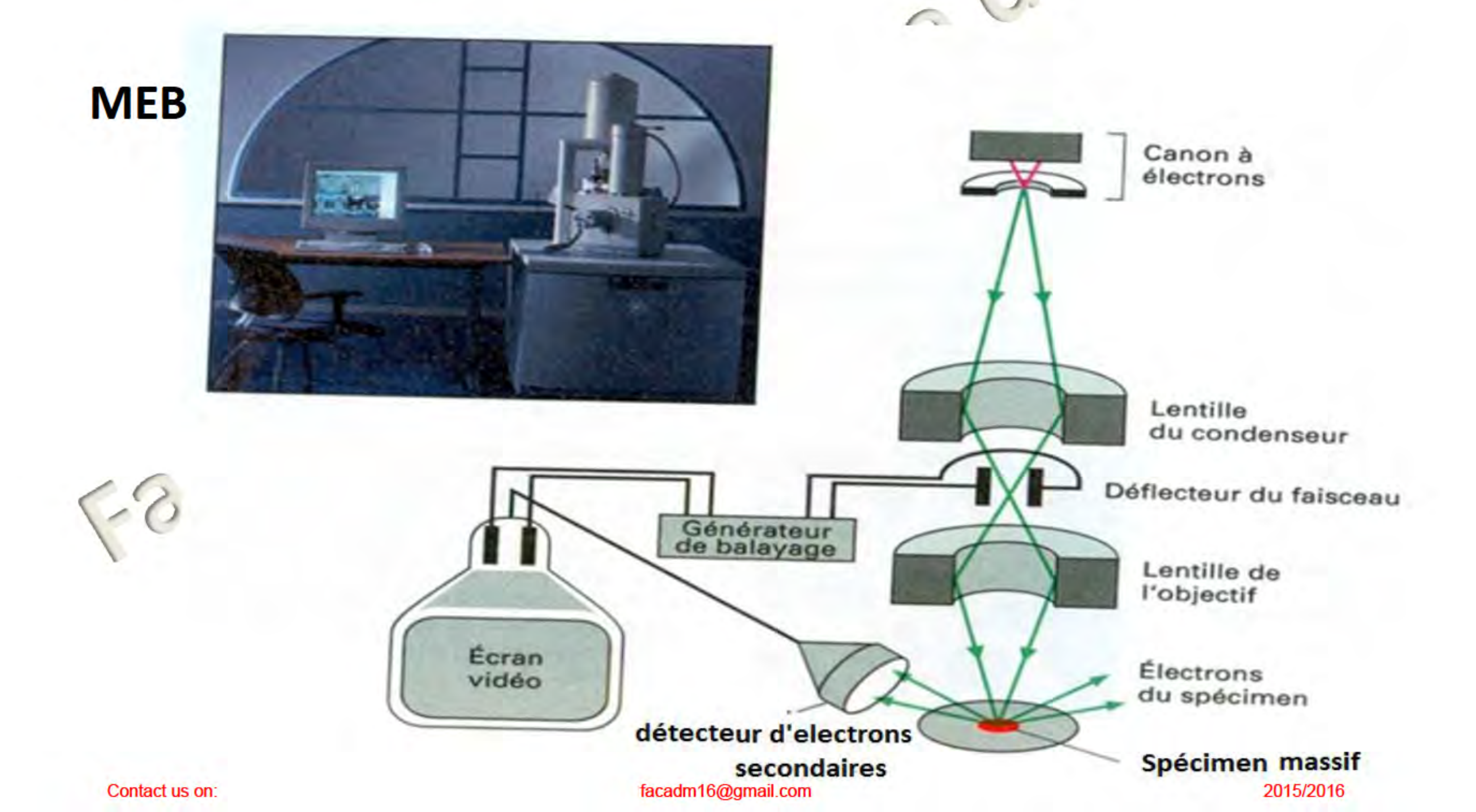
Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à balayage.

Principe de fonctionnement du MEB : **observation par réflexion**



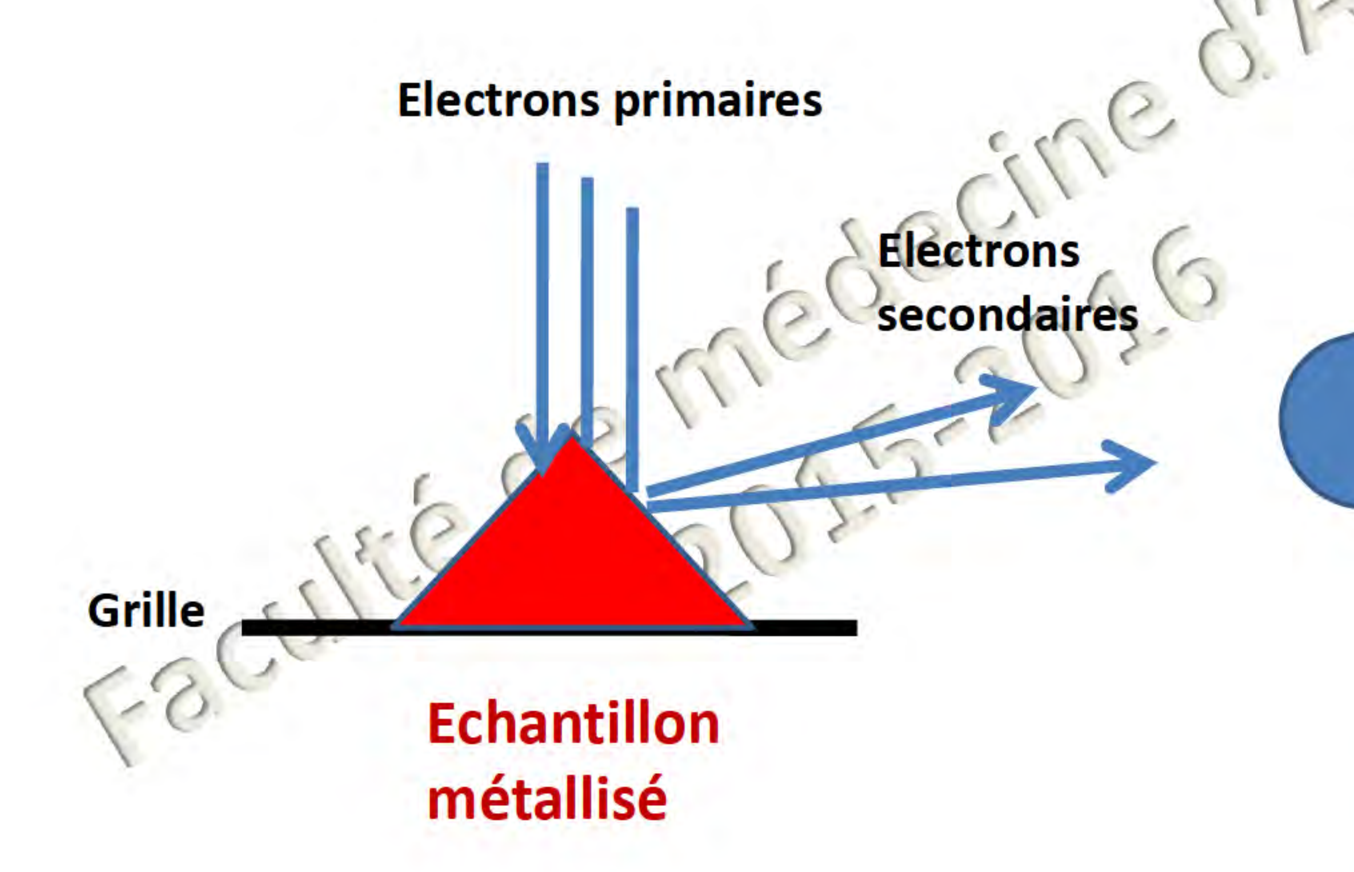
Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à balayage.

L'observation par réflexion : système de balayage



Objectif 1 : Donner le principe de fonctionnement du microscope électronique à balayage.

Principe de fonctionnement du MEB



Détecteur d'électrons secondaires

Image en 3D sur Écran TV

Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MEB .

La microscopie électronique à balayage

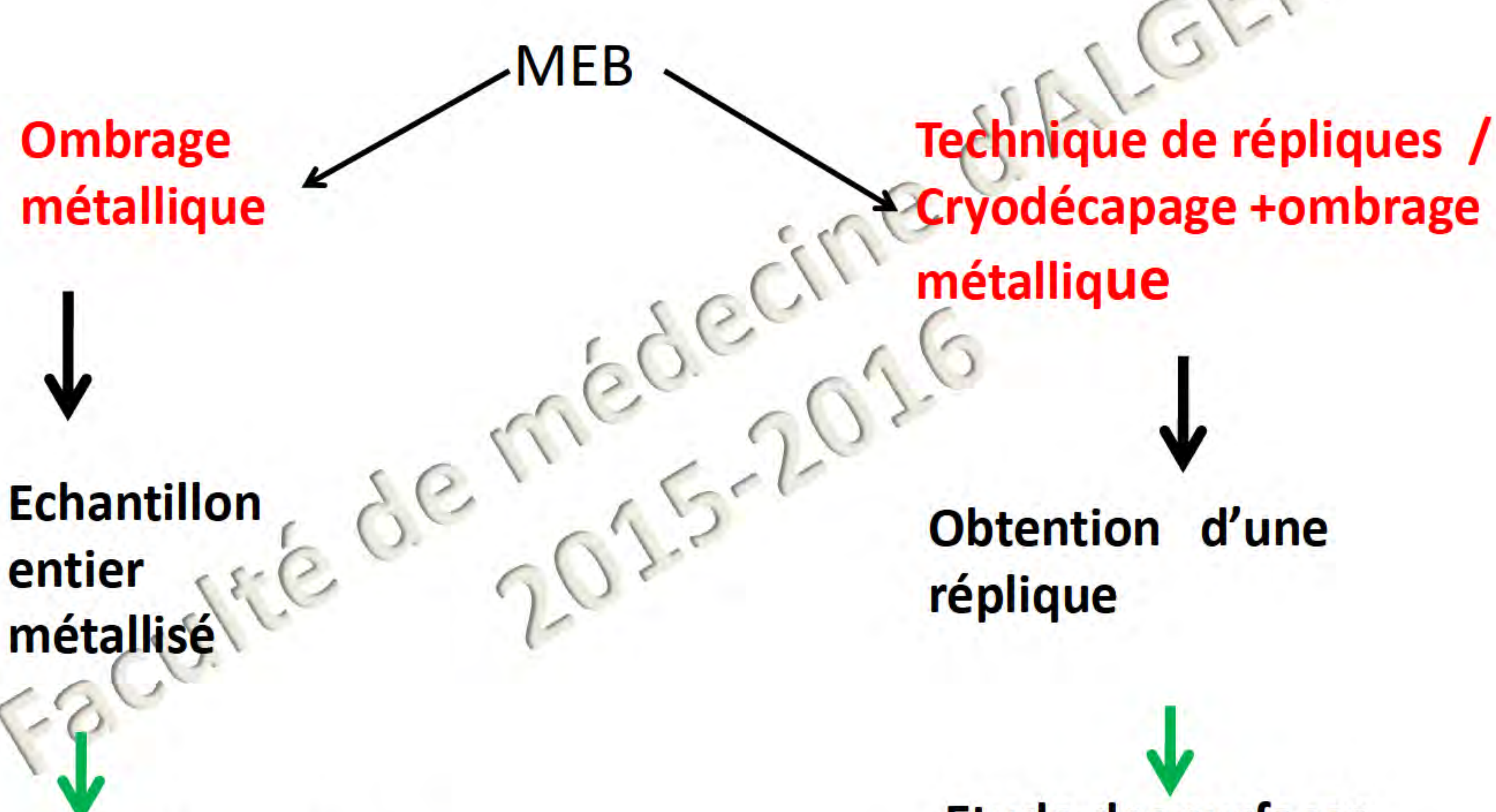
But :

Etude morphologique en 3D :
Révéler les surfaces externes ou internes

Principe :

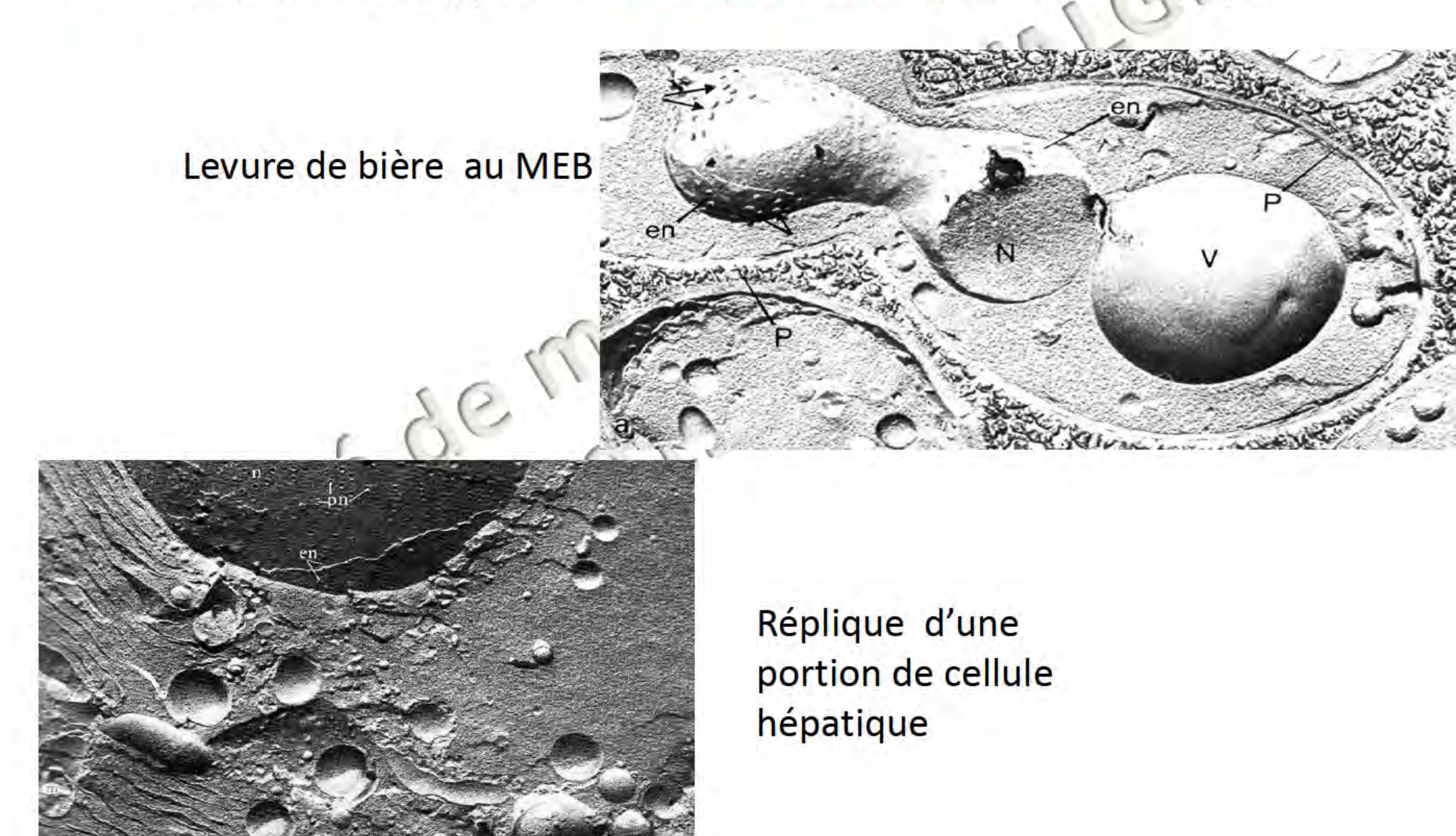
Contraste de la surface par **ombrage métallique** et son **balayage** par le faisceau d'électrons

Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MEB .



Objectif 2 : Déterminer les domaines d’ utilisation du MEB .

1 - Observation de répliques de surfaces internes après cryodécapage



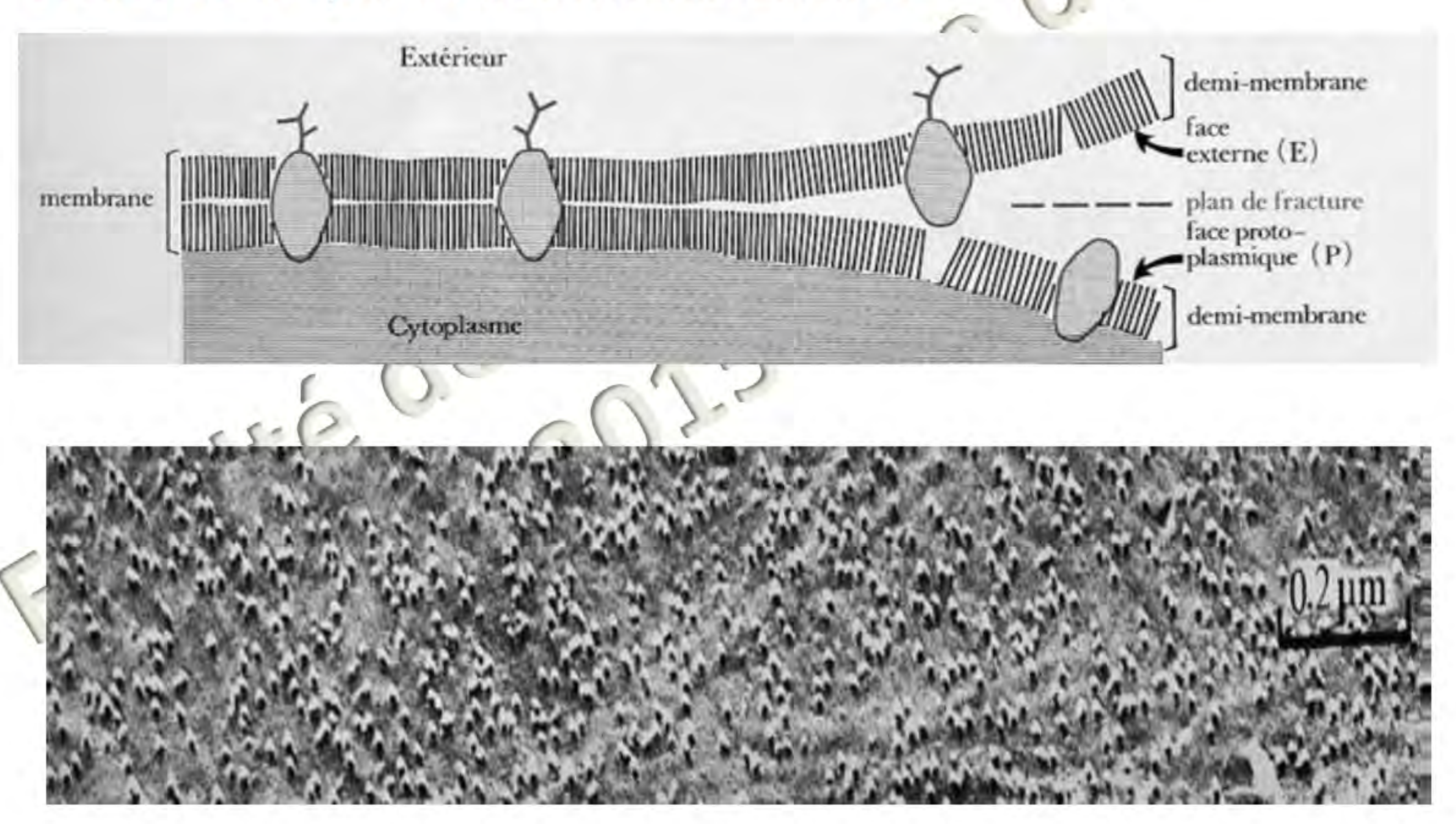
Levure de bière au MEB

Réplique d’une portion de cellule hépatique

Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MEB .

Observation de réplique après cryodécapage

Réplique de la membrane plasmique (surface interne) mise en évidence de particules membranaires



Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MEB

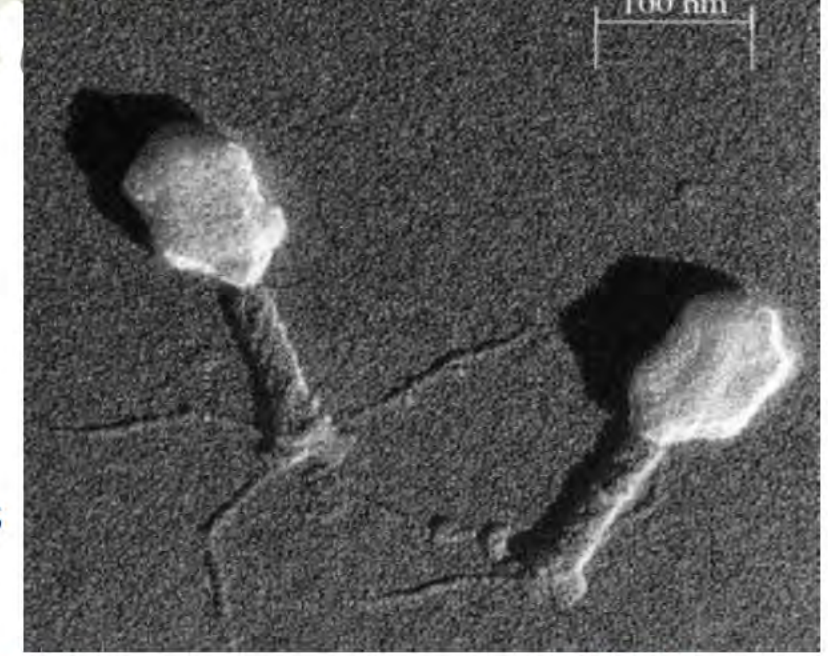
2 - Observation de surfaces externes d'échantillons entiers

Après ombrage métallique → Aspect en 3 D



Levures de bière

Bactériophages en relief

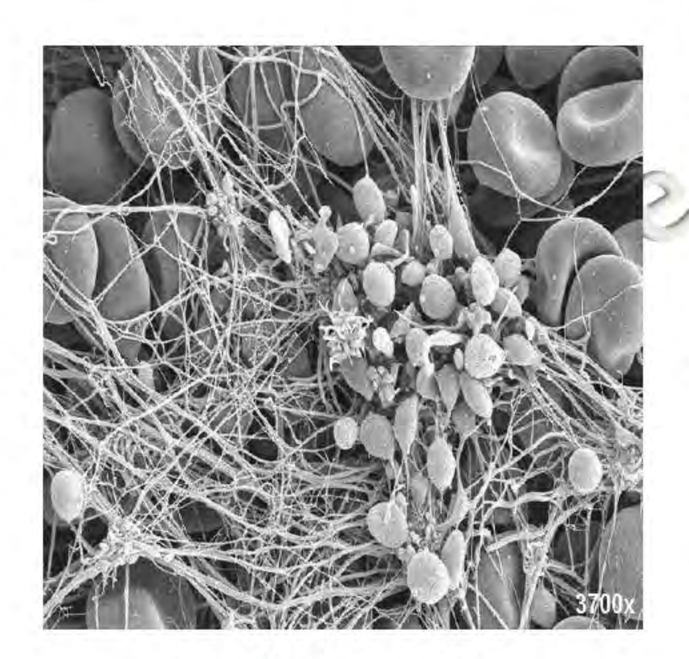


Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MEB

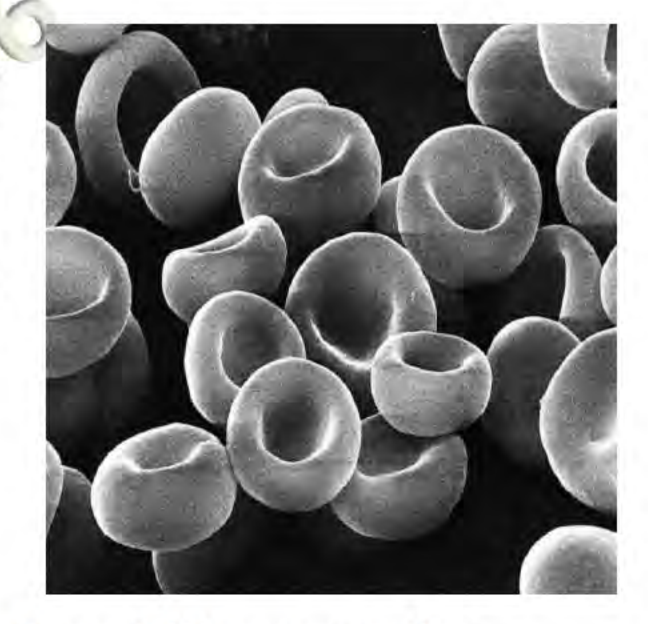
Observation de surfaces externes d'échantillons entiers



Chromosomes humains



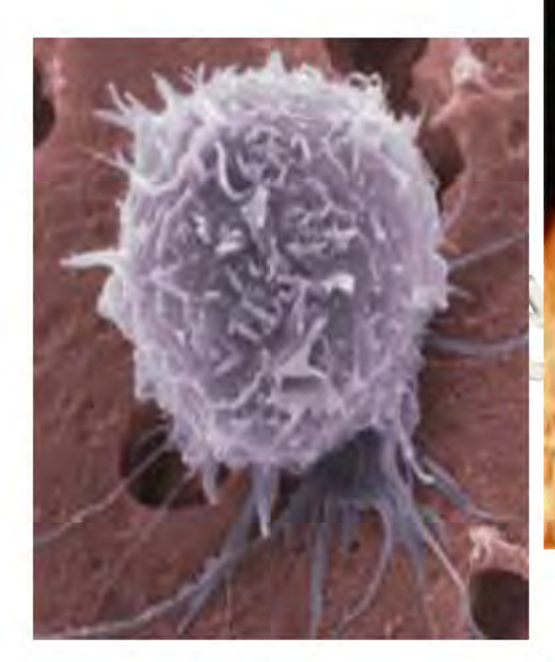
Caillot sanguin



Aspect biconcave des globules rouges

Objectif 2 : Déterminer les domaines d' utilisation du MEB

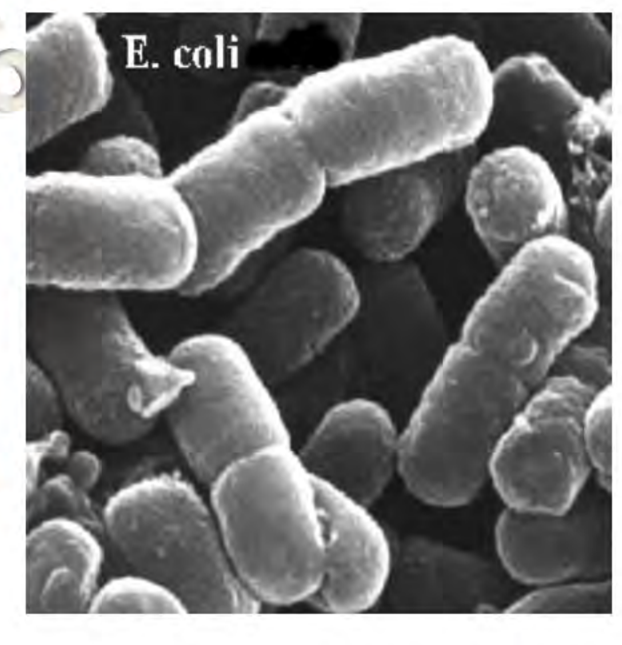
Observation de surfaces externes d'échantillons entiers



Cellule souche de moelle osseuse



Spermatozoïde perforant l'ovocyte



Bactérie E . COLI

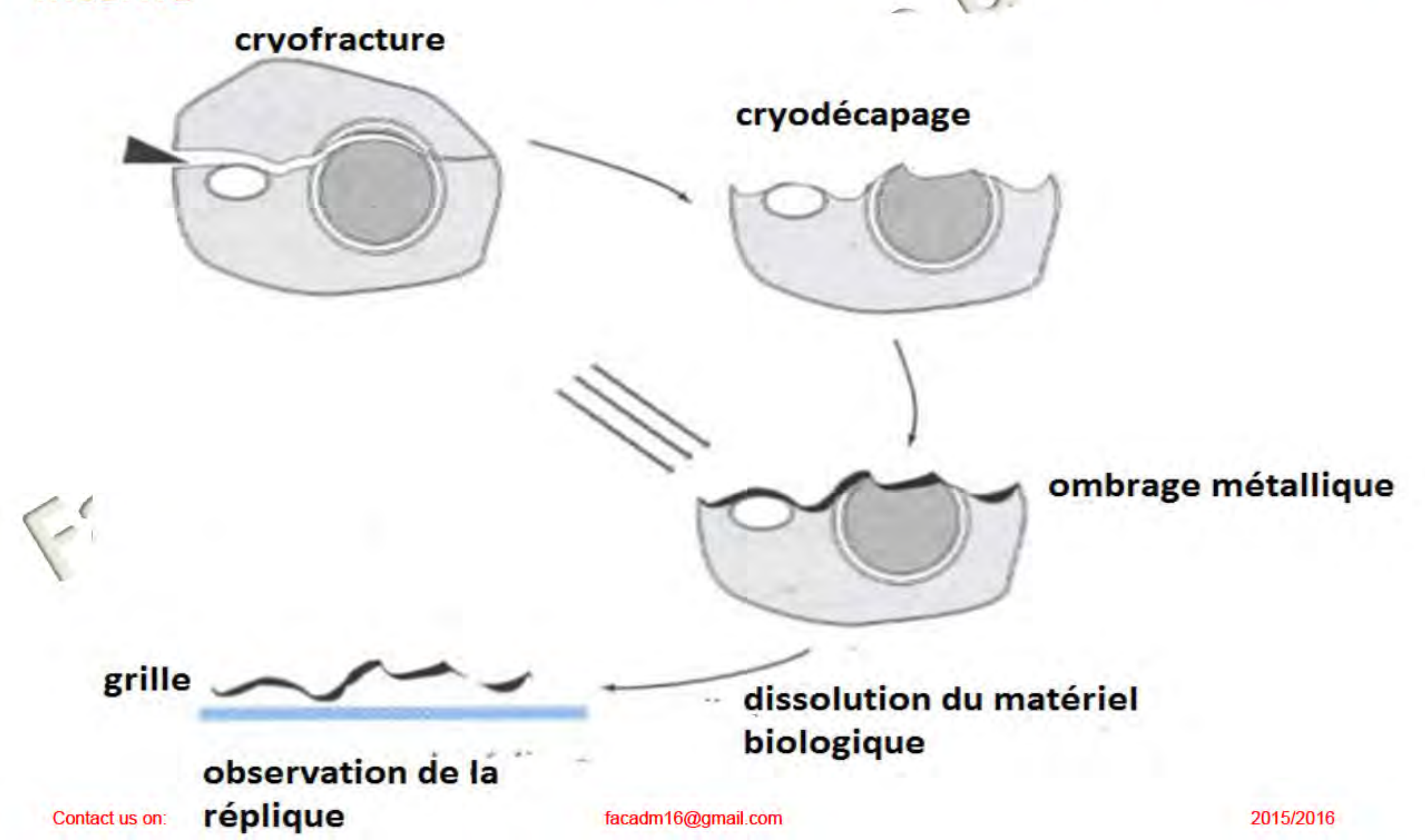
Objectif 3 : Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de son analyse tridimensionnelle (la technique de cryodécapage / ombrage métallique)

La technique de cryodécapage ou de réplique

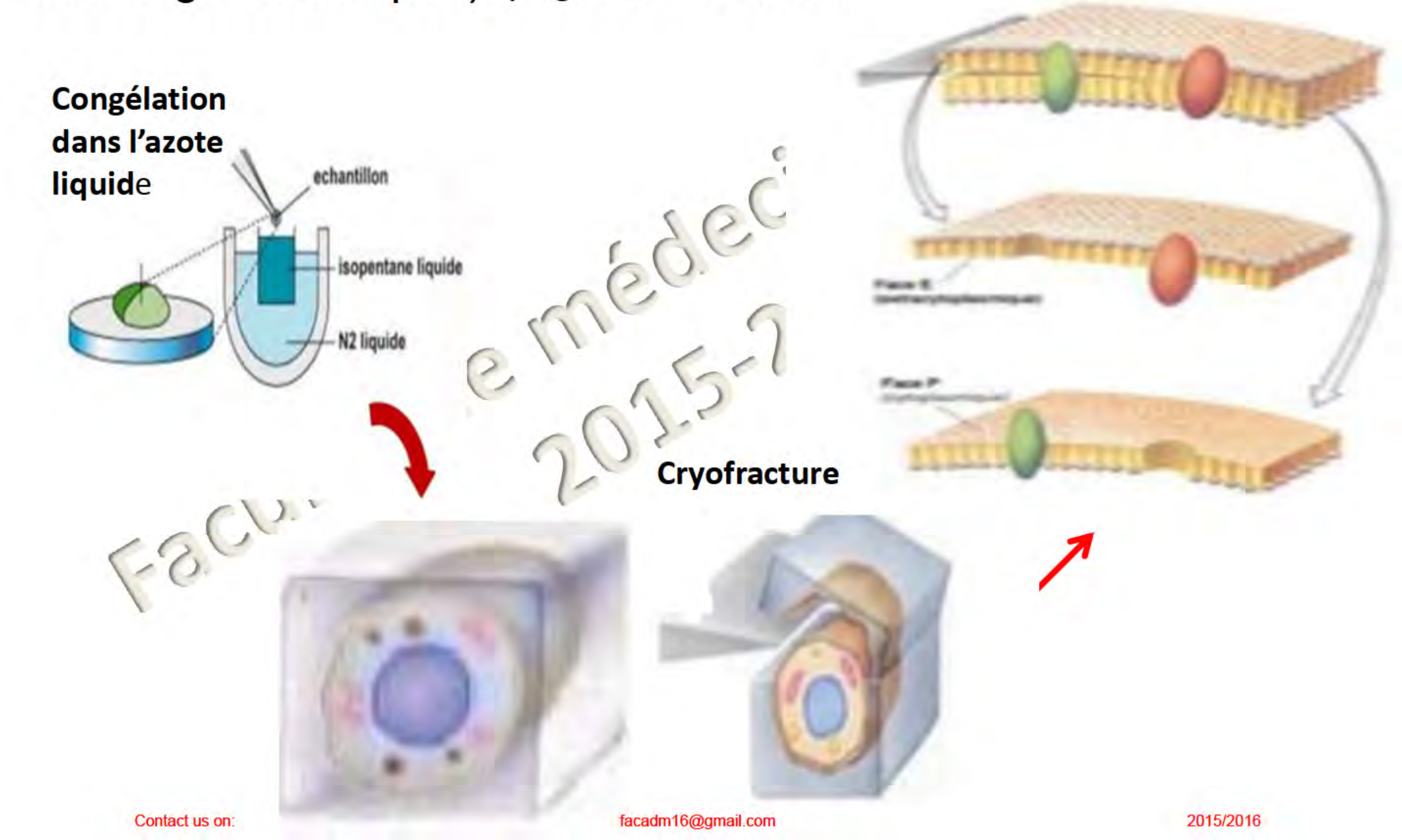
La technique de cryodécapage est généralement applicable au MEB et s'effectue comme suit :
La congélation de l'échantillon
la cryofracture
Le décapage
l' ombrage métallique
l'obtention de la réplique

Objectif 3 : Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de son analyse tridimensionnelle (la technique de cryodécapage / ombrage métallique)

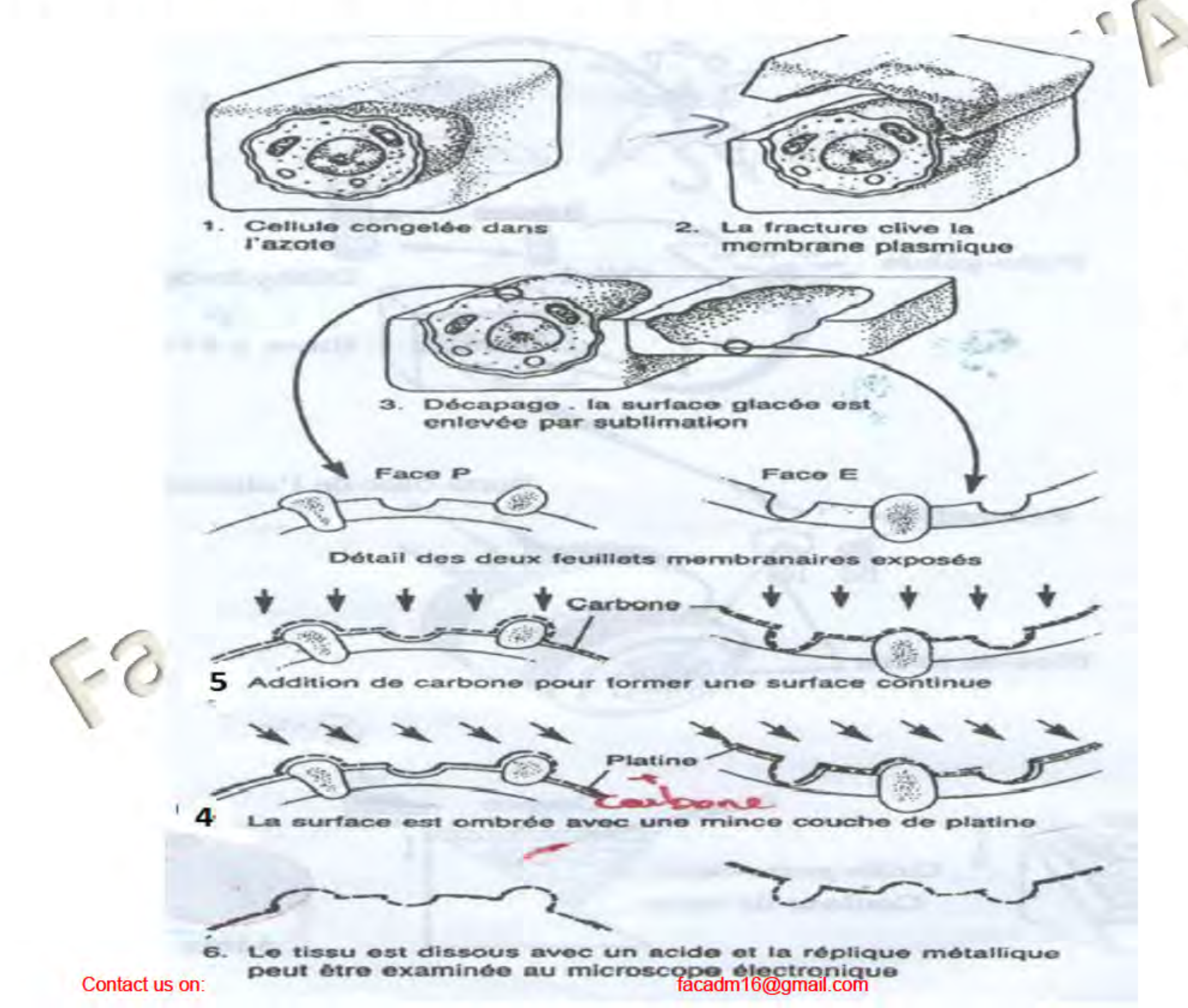
Principe de l' Obtention d'une réplique (moule) de la surface interne



Objectif 3 : Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de son analyse tridimensionnelle (la technique de cryodécapage / ombrage métallique) page 30 fascicule 1

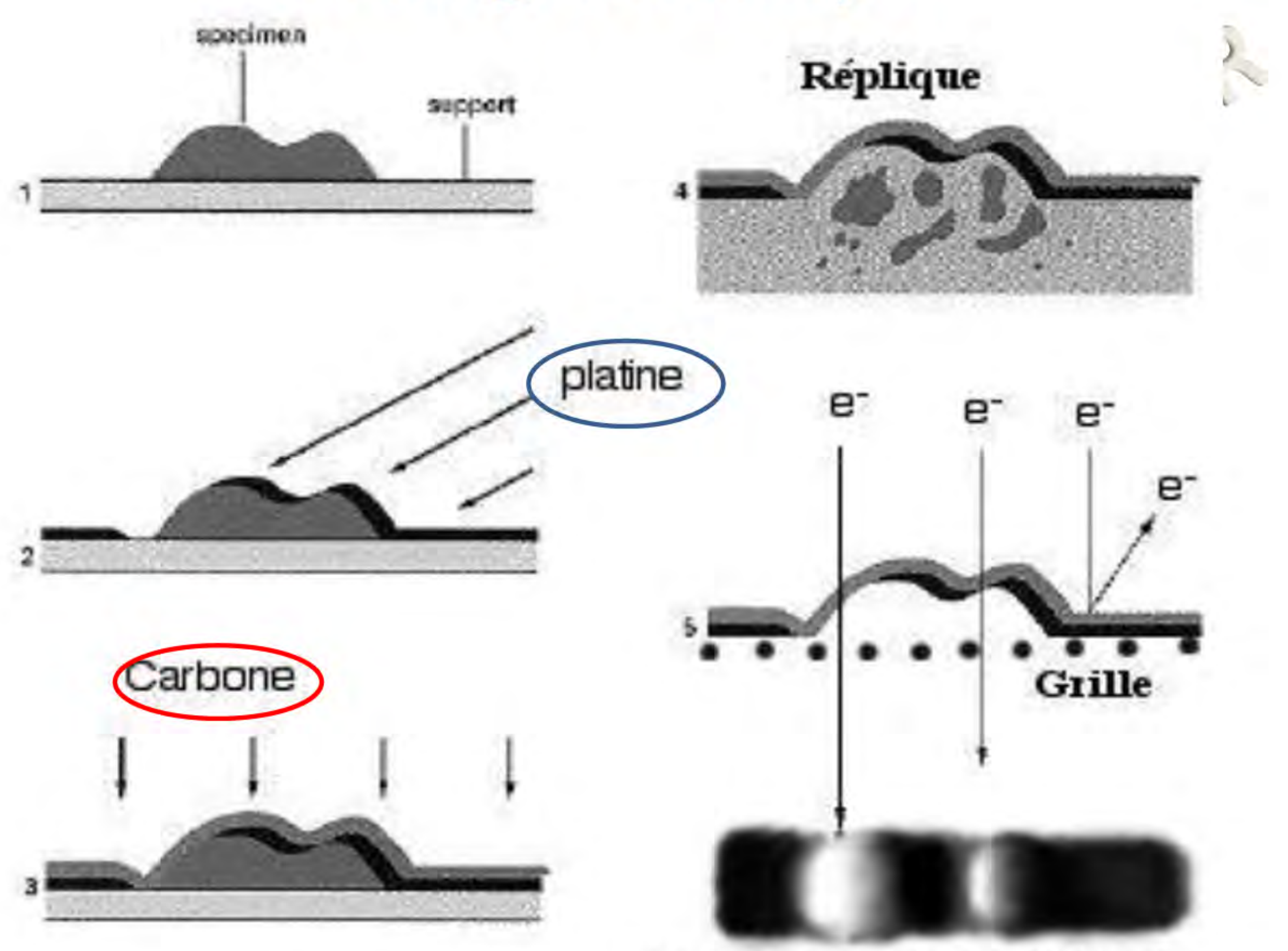


Objectif 3 : Citer les étapes préparatoires d'un échantillon en vue de son analyse tridimensionnelle (la technique de cryodécapage / ombrage métallique) page 30 fascicule 1



Technique des répliques

L' Ombrage métallique



Objectifs spécifiques

Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD).

Objectif 2 : Lister les structures obtenues dans chaque culot après application d'une ultra- centrifugation différentielle (UCD).

Objectif 3 :Lister les structures recueillies à partir de chaque culot après application d'une ultra centrifugation sur gradient de densité (UGD).

Objectif 4 :Indiquer les techniques de contraste et d'analyse applicables sur les structures isolées (contraste négatif, chromatographie et électrophorèse).

Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD).

La Technique d'isolement

1 Homogénéisation du tissu → Homogénat cellulaire

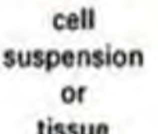
2 Ultracentrifugation

- Ultracentrifugation différentielle UCD → Fractions/ Culots ; Surnageants
- Ultracentrifugation sur gradient de densité de saccharose UGD → Bandes

Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD).

1 - Principe de fractionnement / homogénéisation

P .37

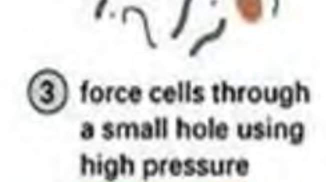


cell suspension or tissue

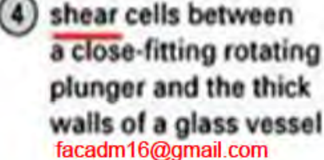




① break cells with high frequency sound

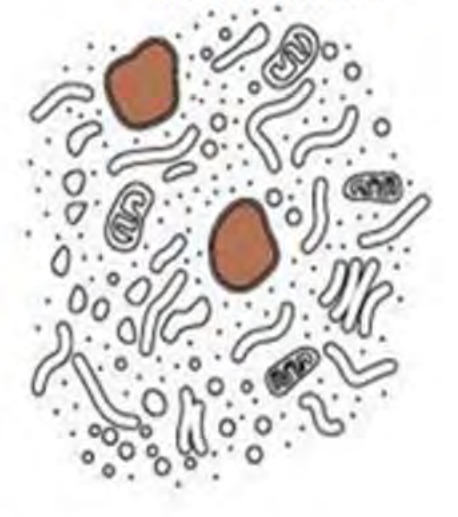

② use a mild detergent to make holes in the plasma membrane



③ force cells through a small hole using high pressure



④ shear cells between a close-fitting rotating plunger and the thick walls of a glass vessel



Homogénat cellulaire


When carefully applied, homogenization leaves most of the membrane-bounded organelles intact.

Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD).

Les méthodes de fractionnement consistent à séparer les différents composants cellulaires par destruction de la membrane plasmique, puis par désorganisation de la cellule.

On obtient un homogénat avec tous les constituants de la cellule. La plupart des organites restent intactes, l'appareil de Golgi et le réticulum endoplasmique vont être fragmentés sous forme de vésicules appelées microsomes.

Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD).

2- L'ultracentrifugation différentielle

La centrifugation différentielle permet la purification de l'homogénat en fonction de la taille et de la densité de ses constituants(macromolécules ,organites …). Pour se faire on centrifuge l'homogénat à différentes vitesses ; à chaque vitesse, différents organites se déposent dans le culot .

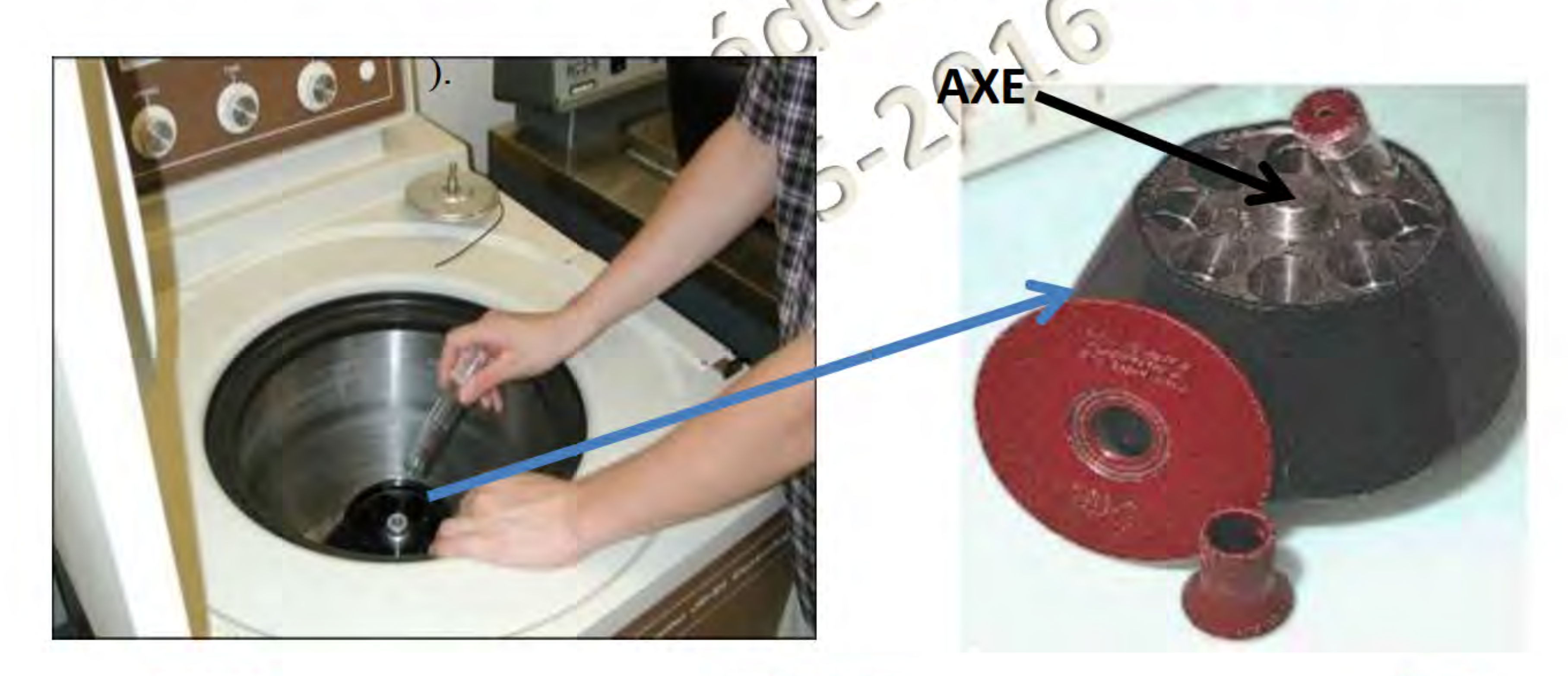
L'appareil utilisé est une machine tournante à grande vitesse nommée centrifugeuse

La vitesse de sédimentation est définie par le coefficient de sédimentation en unité Svedberg (S).

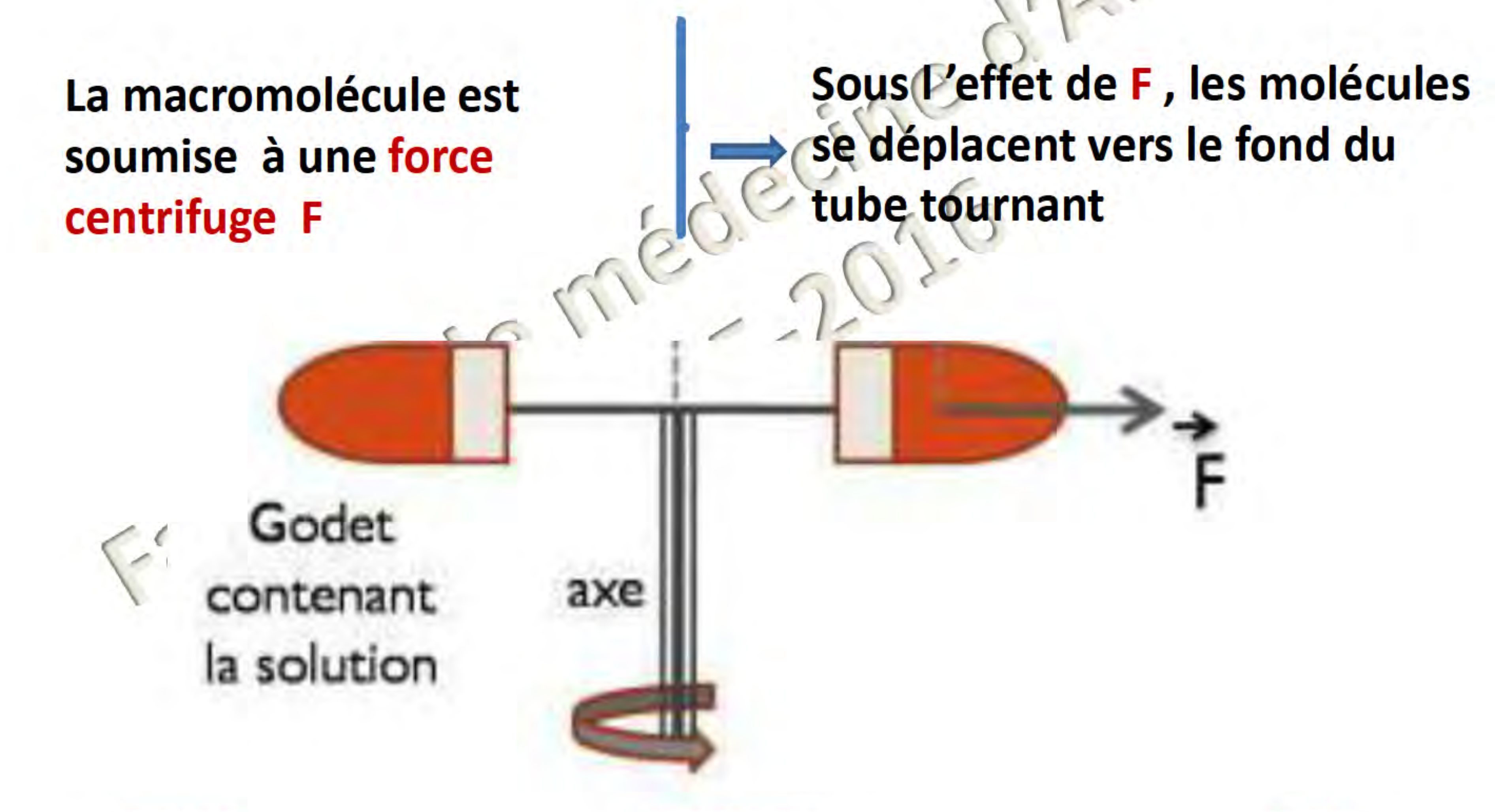
Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD).

La centrifugeuse et centrifugation

La centrifugeuse est constituée d'un axe portant un rotor spécial . Le rotor porte des emplacements qui peuvent recevoir des tubes contenants les préparations biologiques



Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD)



Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD)



La centrifugeuse

armored chamber

sedimenting material

fixed-angle rotor

refrigeration

vacuum

motor

Rotor à bras mobile

swinging-arm rotor

force centrifuge

tube

centrifugation

homogénat cellulaire

centrifugation

supernageant

culot

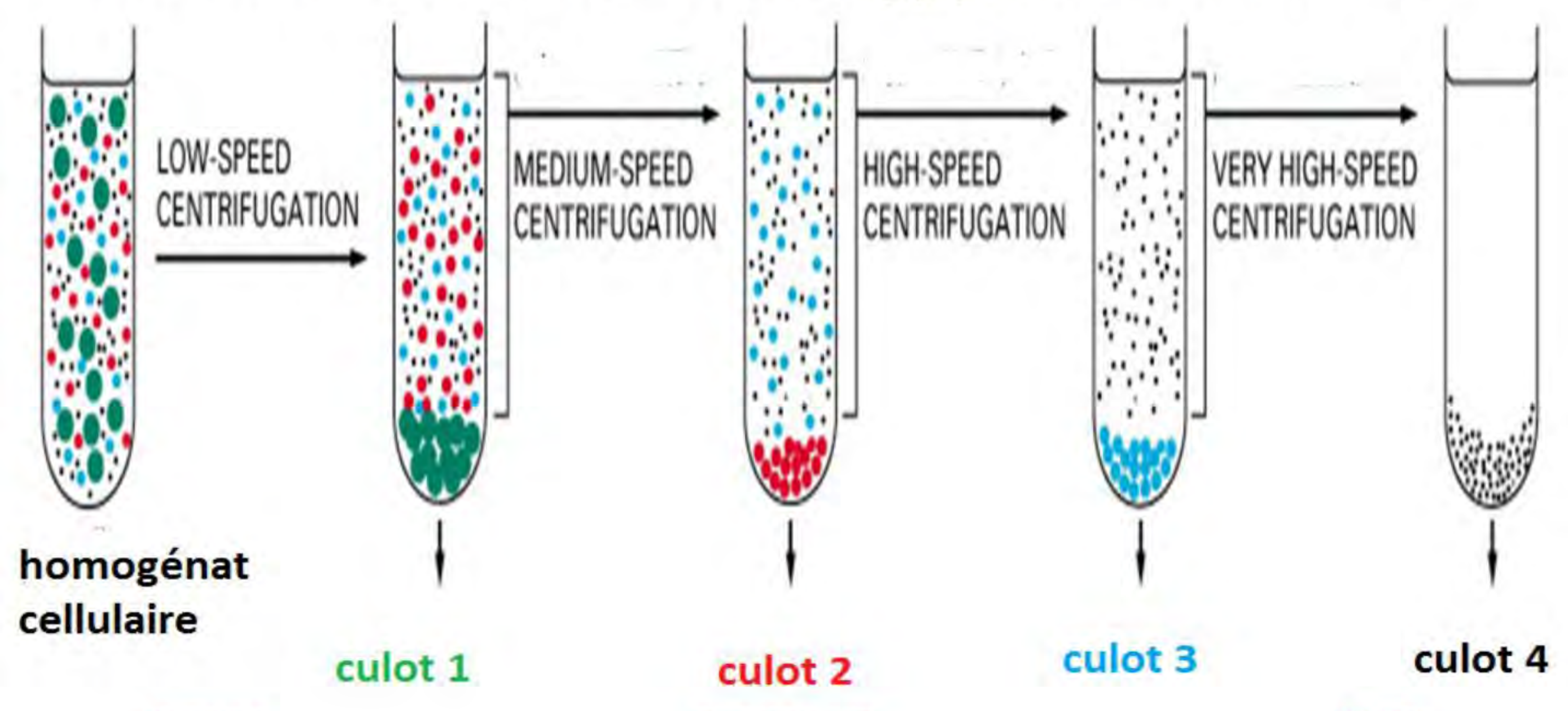
avant

aprés

Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD)

2 -1 - La centrifugation différentielle

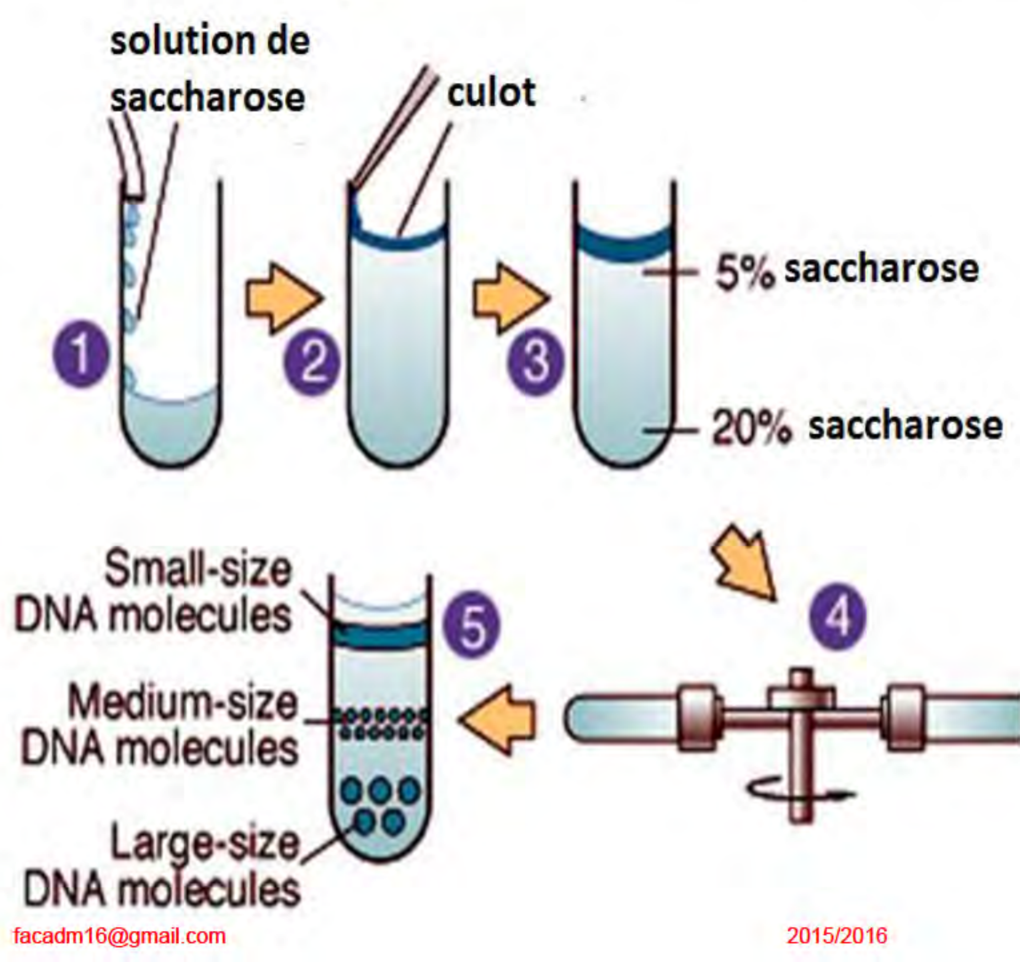
Les constituants de l'homogénat se déposent selon leur poids et leur taille



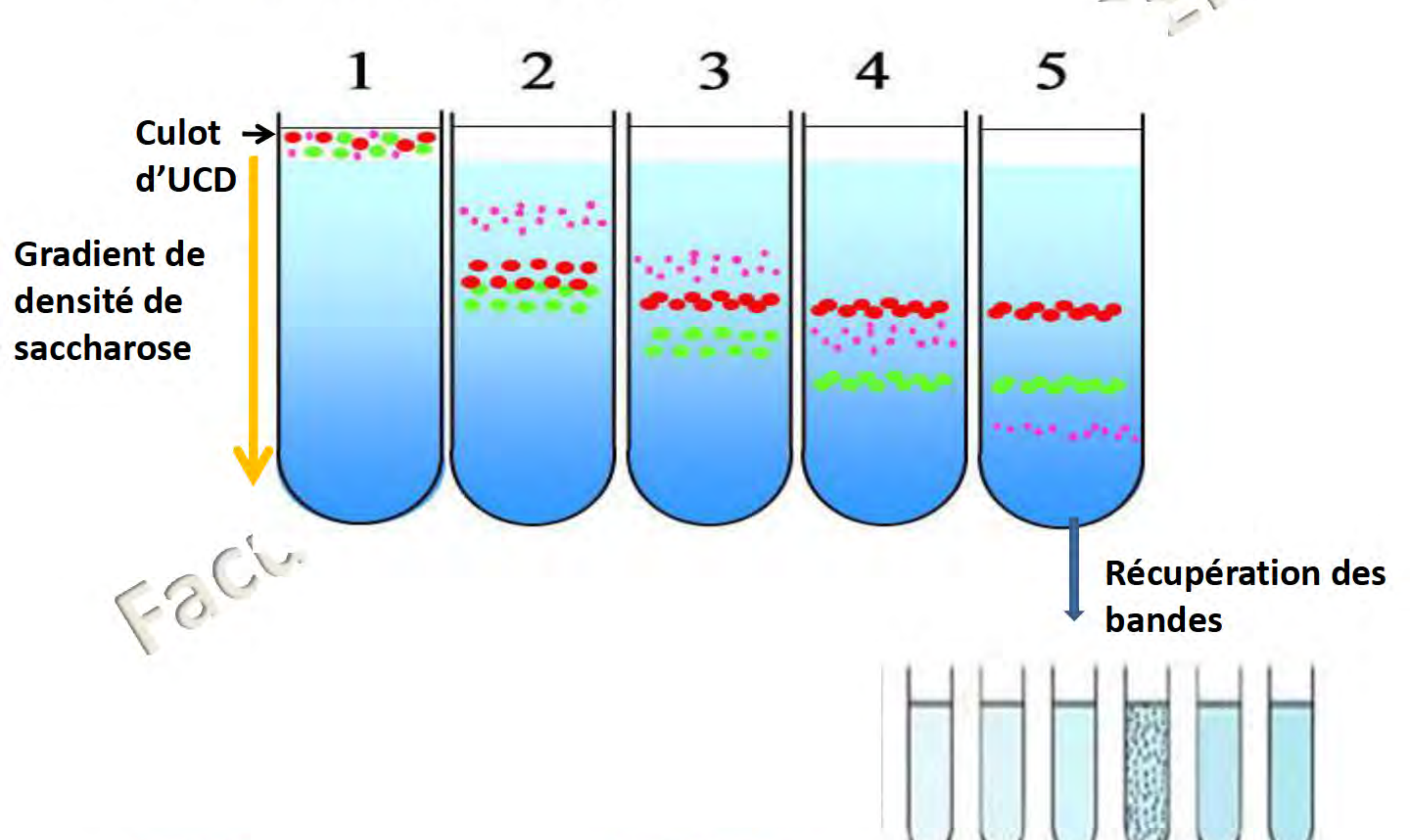
Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD)

2- 2 - La centrifugation sur gradient de densité de saccharose UGD

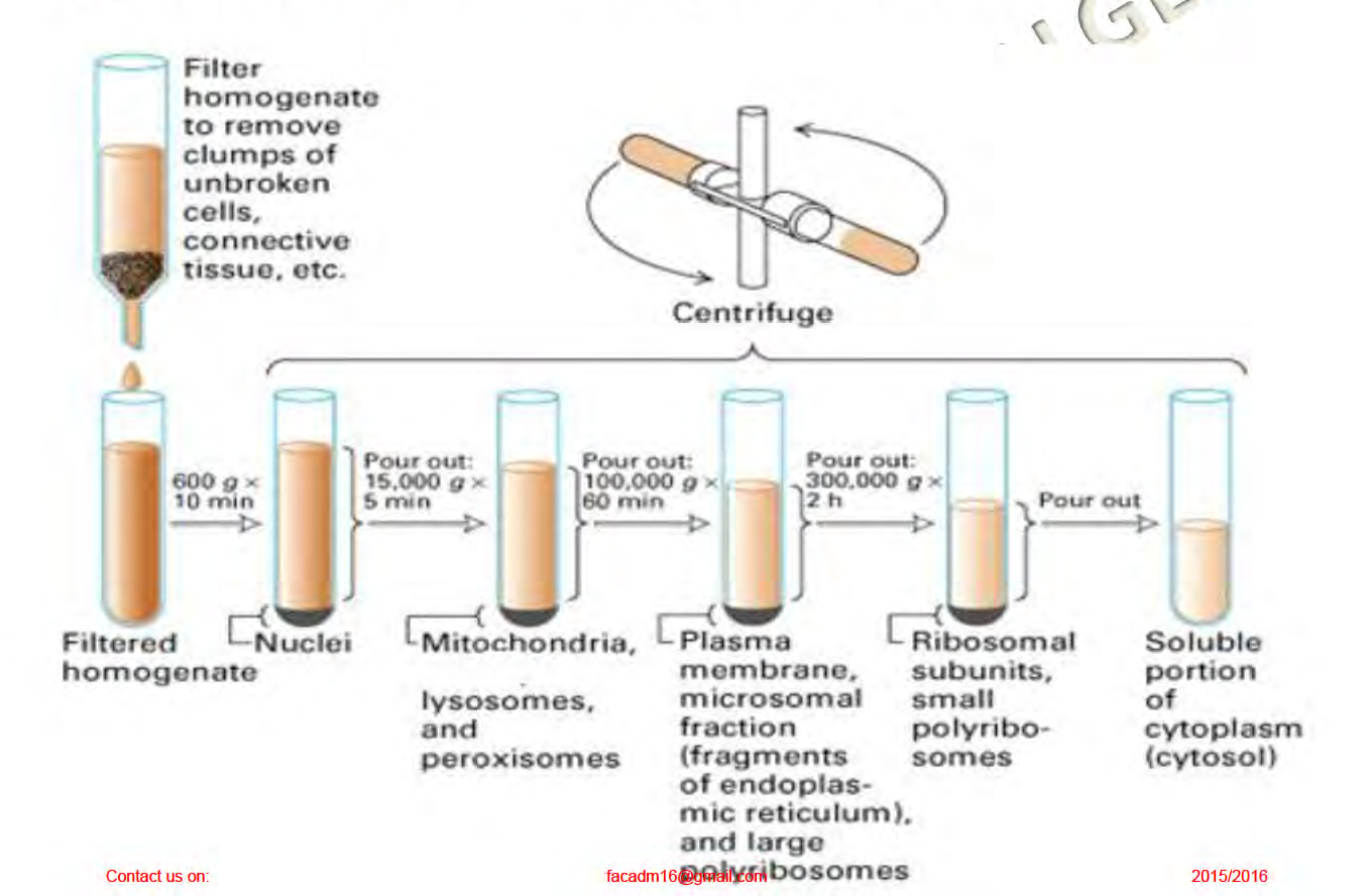
La centrifugation(étape 4) entraine le déplacement des composants du culot (récupéré à l'UCD) à travers le gradient de densité de saccharose et s'arrêtent en une bande à leur densité (étape 5) .



Objectif 1 :Citer les procédés d'isolement des composants cellulaires (UCD, UGD)

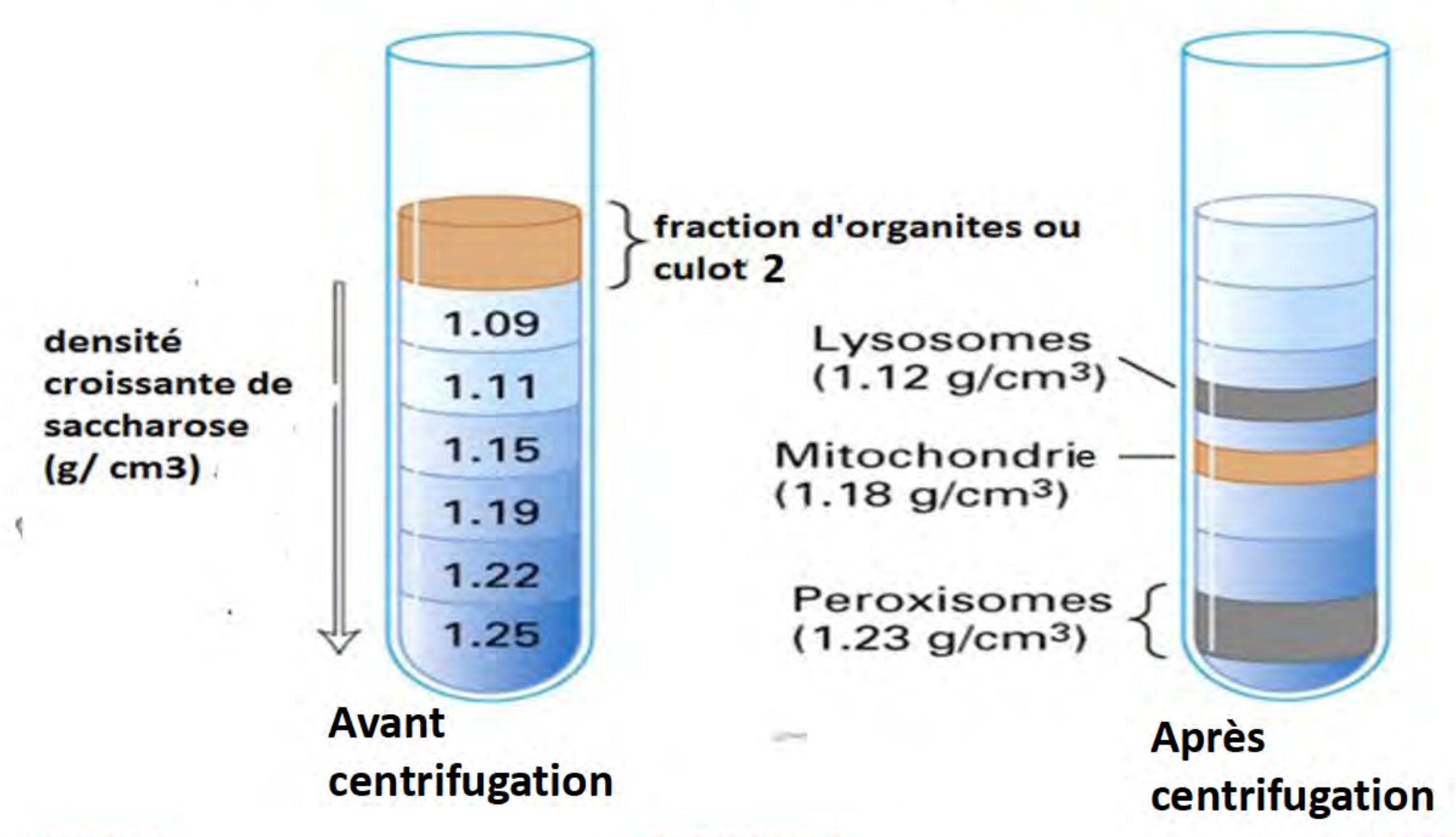


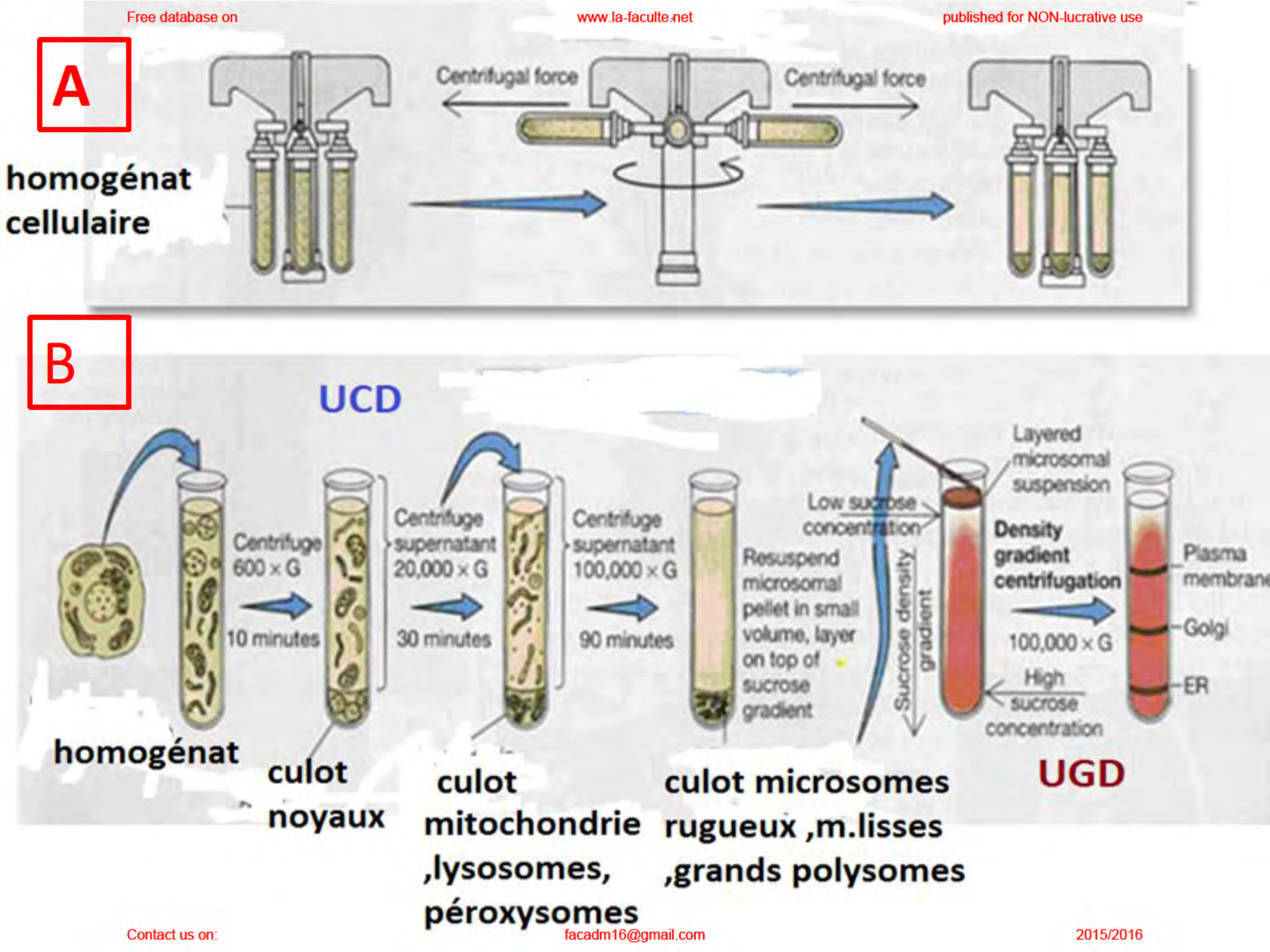
Objectif 2 : Lister les structures obtenues dans chaque culot après application d'une ultra- centrifugation différentielle **(UCD).**



Objectif 3 :Lister les structures recueillies à partir de chaque culot après application d'une ultra centrifugation sur gradient de densité **(UGD).**

Structures recueillies par UGD du 2 eme culot




A
homogénat cellulaire
Centrifugal force
Centrifugal force
B
UCD
Centrifuge 600 × G
10 minutes
Centrifuge supernatant 20,000 × G
30 minutes
Centrifuge supernatant 100,000 × G
90 minutes
Resuspend microsomal pellet in small volume, layer on top of sucrose gradient
Low sucrose concentration
Sucrose density gradient
Layered microsomal suspension
Density gradient centrifugation
100,000 × G
High sucrose concentration
Plasma membrane
Golgi
ER
homogénat
culot noyaux
culot mitochondrie ,lysosomes, péroxysomes
culot microsomes rugueux ,m.lisses ,grands polysomes
UGD

Objectif 4 :Indiquer les techniques de contraste et d'analyse applicables sur les structures isolées (contraste négatif, chromatographie et électrophorèse) .

1 - La Technique de coloration négative : **diapos 7 -8 -9** pour le contraste négatif des structures isolées(ribosomes ,macromolécules ,éléments du cytosquelette….)

2 - La chromatographie et l'électrophorèse : pour l'analyse biochimique des structures isolées par centrifugation .